

**BIOMETRIA DO CRESCIMENTO DE CAFÉ CONILON
APÓS PODA PROGRAMADA DE CICLO**

JOSÉ MARIA DALCOLMO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
DEZEMBRO - 2012**

BIOMETRIA DO CRESCIMENTO DE CAFÉ CONILON
APÓS PODA PROGRAMADA DE CICLO

JOSÉ MARIA DALCOLMO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
DEZEMBRO - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 010/2013

Dalcolmo, José Maria

Biometria do crescimento de café conilon após a poda programada de ciclo / José Maria Dalcolmo. – 2013.

117 f. : il.

Orientador: Henrique Duarte Vieira

Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

Bibliografia: f. 101 – 117.

1. Melhoramento genético 2. *Coffea canephora* 3. Biometria do crescimento 4. Análise de trilha 5. Poda programada de ciclo I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD -
633-73

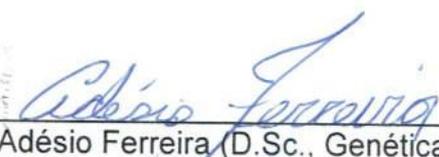
BIOMETRIA DO CRESCIMENTO DE CAFÉ CONILON
APÓS PODA PROGRAMADA DE CICLO

JOSÉ MARIA DALCOLMO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal

Aprovada em 17 de dezembro de 2012

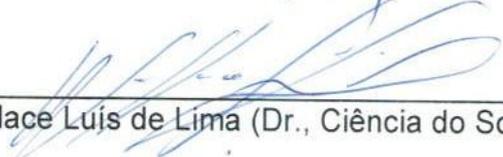
Comissão Examinadora



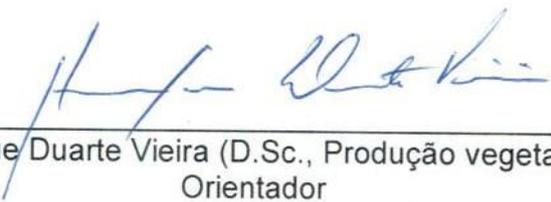
Prof. Adésio Ferreira (D.Sc., Genética e Melhoramento) - UFES - CCA



Pesquisador Romário Gava Ferrão (D.Sc., Genética e Melhoramento) - INCAPER



Prof. Wallace Luís de Lima (Dr., Ciência do Solo) - IFES - *Campus* de Alegre



Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc., Produção vegetal) - UENF
Orientador

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, sabedoria, saúde e por mostrar caminhos diante das dificuldades.

Aos familiares, pelo apoio na caminhada, mas principalmente, por terem suportado nosso estresse e os momentos de ausência.

Aos que não mediram esforços para o nosso sonho de doutorado inter institucional (Dinter) realizar-se, especialmente, aos professores Madella, Jânio e Casé, do IFES e ao professor Ricardo, da UENF.

Às direções do IFES - *Campus* de Alegre e da UENF, pelo acolhimento e suporte ao nosso Dinter.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Henrique Duarte Vieira, por nos ter aceitado como orientados. Admiramos, acima de tudo, a sua disponibilidade.

Ao Prof. Dr. Adésio Ferreira, pelas inúmeras vezes que nos recebeu e pela grande contribuição na co-orientação da nossa tese.

Ao Prof. Dr. Wallace Luís de Lima, pela grande ajuda. Saúde!

Ao pesquisador Dr. Romário Gava Ferrão, pela idéia da biometria do café, que virou projeto tese e agora está se revertendo em tese de doutorado.

Aos professores da UENF, que compartilharam seus conhecimentos e entenderam nossa condição de doutorandos da “terceira idade”. Gratidão!

Aos colegas do Dinter, pela amizade, companheirismo e ajuda, no compartilhamento dos momentos alegres e tristes. O Dinter já está fazendo falta!

Aos colegas do IFES não pertencentes ao Dinter, que se dispuseram a flexibilizar seus horários, permitindo que os nossos fossem adequados aos horários do Dinter.

Aos nossos alunos, que em alguns casos tiveram sua vida acadêmica modificada, para que nós, professores, pudessemos dedicarmos ao Dinter.

Aos Doutores Adésio Ferreira, Romário Gava Ferrão e Wallace Luís de Lima, pela participação em nossa banca examinadora.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper), seus diretores, pesquisadores, técnicos, funcionários e diaristas, por possibilitarem a realização do nosso experimento na Estação Experimental Bananal do Norte (EEBN), fornecendo área, experimento, apoio logístico e braçal.

Ao técnico agrícola José Luis Tófano e os auxiliares de campo, Soró e Tião, todos do Incaper, pelo auxílio nas avaliações a campo.

Aos agronomandos, Zé Henrique e Thiago, do CCA-UFES, pela ajuda prestada nas análises gráficas.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte dessa vitória. O nosso muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 HISTÓRICO DO CAFEEIRO	6
2.1.1 HISTÓRIA DO CAFEEIRO	6
2.1.2 HISTÓRIA DO CONILON NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	8
2.2 BOTÂNICA DO CAFEEIRO	11
2.3 ZONEAMENTO CLIMÁTICO PARA O CAFEEIRO CONILON	14
2.4 MULTIPLICAÇÃO CLONAL DO CONILON	16
2.5 A PODA PROGRAMADA DE CICLO (PPC)	18
2.6 MELHORAMENTO GENÉTICO DO CONILON	22
2.7 DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM CAFÉ CONILON	25
2.8 CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFEEIRO CONILON	28
2.9 CRESCIMENTO REPRODUTIVO DO CAFEEIRO CONILON	32
2.10 CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS E ANÁLISE DE TRILHA	35
3. TRABALHOS	40
3.1 DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE CAFÉ CONILON	40
RESUMO	40
ABSTRACT	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	43

RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
3.2 BIOMETRIA DO CRESCIMENTO DE CAFÉ CONILON APÓS A PODA PROGRAMADA DE CICLO	57
RESUMO	57
ABSTRACT.....	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
3.3 ANÁLISE DE TRILHA ENTRE A PRODUTIVIDADE DE CAFEIRO CONILON APÓS A PODA E CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E PRODUTIVAS	73
RESUMO	73
ABSTRACT.....	74
INTRODUÇÃO.....	74
MATERIAL E MÉTODOS.....	78
RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	97
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

RESUMO GERAL

DALCOLMO, JOSÉ MARIA; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; dezembro de 2012; BIOMETRIA DO CRESCIMENTO DE CAFÉ CONILON APÓS PODA PROGRAMADA DE CICLO; Henrique Duarte Vieira; Adésio Ferreira.

Este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos promissores de *Coffea canephora*, pertencentes ao programa de melhoramento do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural do Espírito Santo, estudar o seu crescimento, avaliar a diversidade genética e correlacionar características de interesse, quando manejados sob poda programada de ciclo. Inicialmente, foram comparados os desempenhos de 51 genótipos clonais oriundos da região de Castelo - ES (denominado Avaliação Castelo-AC) com seleção de 18 materiais promissores (AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46). Os critérios de seleção foram o vigor e a tolerância à ferrugem, observados nos cinco primeiros anos de avaliações (2006 até 2010), além da produtividade, estabilidade de produção, uniformidade de maturação e tamanho do grão, em quatro safras (2007, 2008, 2009 e 2010). No ano agrícola de 2010/2011, após a poda programada de ciclo (PPC), passaram a ser estudados o crescimento dos novos ramos em 22 genótipos (os 18 selecionados) (AC), três genótipos clonais pertencentes a cultivar conilon Vitória e um genótipo da cultivar de polinização aberta Robusta Tropical, mensurando-se mensalmente um total de 17 características

morfoagronômicas. Verificou-se a existência de genótipos divergentes e com boas características para serem utilizados em programas de melhoramento em processo de hibridação; que existem genótipos superiores indicados para composição de variedade clonal, alguns até com possibilidade de comporem variedade em conjunto com os genótipos pertencentes a cultivar Vitória. Após manejados sob PPC, os genótipos de café conilon mantêm o padrão sigmoidal de crescimento, com as maiores taxas sendo verificadas nos meses mais quentes e de maior precipitação e as menores taxas nos meses onde a temperatura mínima do ar decai para menos de 17°C.

GENERAL ABSTRACT

DALCOLMO, JOSÉ MARIA, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; december 2012; BIOMETRY OF THE CONILON COFFEE GROWTH AFTER PROGRAMMED CYCLE PRUNING. Henrique Duarte Vieira; Adésio Ferreira.

This work aimed to select promising genotypes of *Coffea canephora*, wich belong to the breeding program of the Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural do Espírito Santo, study their growth, evaluate the genetic diversity and correlate features of interest, when handled with programmed cycle pruning. It was compared the performances of 51 clonal genotypes from Castelo - ES (called Castelo Evaluation-CE) with selection of 18 promising materials (CE02, CE03, CE12, CE13, CE22, CE24, CE26, CE27, CE28, CE29 , CE30, CE35, CE36, CE37, CE39, CE40, CE43 and CE46). The selection criteria were the vigor and tolerance to rust, observed in the first five years of evaluation (from 2006 to 2010), as well as the productivity, production stability, uniformity of ripening and grain size in four seasons (2007, 2008, 2009 and 2010). In the years 2010/2011, after the programmed cycle pruning (PCP), the growth of new branches in 22 genotypes were studied (the 18 that were selected (CE), three clonal genotypes wich belong to cultivate Vitória conilon and an open-pollinated genotype to cultivate Robusta Tropical, measuring up a monthly total of 17 morphoagronomic traits. It was verified that differing genotypes, with good characteristics for use in breeding

programs in hybridization process, exist; there are superior genotypes suitable for clonal composition range, some of them even with possibility of composing variety together with genotypes from cultivate Vitória. After managed under PCP, conilon coffee genotypes keep the sigmoidal pattern of growth, with the highest rates wich were recorded in the warmer months and with more precipitation and the lowest rates in the months where the minimum air temperature decays to less than 17°C.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O café é um produto importante para a economia mundial. Depois do petróleo, é a mercadoria mais valiosa (Mishra e Slater, 2012), com comércio global anual estimado em 90 bilhões de dólares (DaMatta et al., 2007). Socialmente também é importante, ao envolver cerca de 500 milhões de pessoas (8% da população mundial) em sua gestão, desde o cultivo até o produto final para consumo (Felipe e Duarte, 2008).

Existem pelo menos 124 espécies de plantas pertencentes ao gênero *Coffea* e que são conhecidas popularmente como cafés (Davis et. al., 2011) mas, do ponto de vista econômico, apenas duas espécies passaram a ser cultivadas em grande escala: a *Coffea arabica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta) (Davis et al., 2006).

O Brasil é o único país a cultivar em grande escala e com níveis elevados de produtividade tanto café arábica, como café robusta (Fazuoli et al., 2007). A safra brasileira envolvendo as duas espécies de café, foi de 50,83 milhões de sacas no ano de 2012, a maior da história, colhida numa área plantada de 2,33 milhões de hectares (CONAB, 2013). O café ainda é um dos destaques da balança comercial brasileira, sendo responsável por 2,36% do total exportado no ano de 2012, rendendo 5,721 bilhões de dólares ao Brasil (MDIC/SECEX, 2012).

Outro diferencial do Brasil é a grande extensão territorial com a diversidade climática, reunindo condições de produzir todos os tipos de grãos e qualidades de bebidas de cafés existentes (Melo e Souza, 2010), o que lhe assegura certa

supremacia na produção e comercialização de cafés no mundo (Fazuoli et al., 2007).

O Estado do Espírito Santo, apesar de possuir apenas 0,5% da extensão territorial do país, também desfruta de diversidade climática que lhe permite o plantio, tanto de café arábica quanto de café robusta. No ano de 2012, o Espírito Santo produziu 24,6% da safra brasileira de cafés, considerando as duas espécies cultivadas, mas essa participação sobe para 77,8%, quando considerada apenas a safra nacional do café robusta (CONAB, 2013).

Atualmente, o Espírito Santo tem a cafeicultura como atividade agropecuária mais importante, gerando empregos, riquezas e contribuindo para a manutenção do homem no meio rural (Rodrigues et al., 2012). A maioria da produção capixaba de cafés concentra-se na espécie *C. canephora* (77,7%) (CONAB, 2013) e em suas lavouras predomina a variedade “kouillou”, a qual, atualmente, passou a ser conhecida pelo termo genérico de “conilon” (Ferrão et al., 2009).

A expansão inicial da cafeicultura do conilon no Espírito Santo se deu à margem da pesquisa científica e suas lavouras tradicionais eram pouco produtivas (Fonseca et al., 2007b), mas com o tempo, foram desenvolvidas e adotadas tecnologias que transformaram a lavoura de conilon capixaba em uma das mais competitivas do mundo (Ferrão et al., 2008b). Como exemplo, no período compreendido entre 1993, ano de lançamento das primeiras variedades de conilon, e o ano de 2011, a produtividade do conilon capixaba aumentou 260% (Fonseca et al., 2012).

Sabe-se que as lavouras tradicionais de conilon eram formadas a partir de mudas produzidas por sementes e, tendo em vista suas características naturais de polinização cruzada, apresentavam grande heterogeneidade, com plantas muito distintas, co-existindo numa mesma lavoura, o que dificultava a definição das práticas de condução das plantas nas lavouras, fatores fundamentais à obtenção de níveis elevados de produtividade (Fonseca et al., 2007b).

A substituição das lavouras tradicionais por lavouras formadas a partir de variedades clonais é apontada como sendo uma das responsáveis pelo incremento na produtividade atual do conilon capixaba (Guarçoni e Prezotti, 2009). Ao se fazer opção pela propagação clonal do conilon, consegue-se a multiplicação massiva das plantas com características desejáveis (Ferrão et al., 2007b), obtendo uma descendência geneticamente igual à planta que deu origem

às mudas, elevando o nível de produtividade da lavoura, uniformizando as plantas e a maturação (Bragança et al., 2001).

Lavouras clonais do conilon tem ainda a vantagem da precocidade inicial da produção (Bragança et al., 2001), com a colheita podendo ser escalonada, em função do plantio de clones com maturação diferenciada. Isso possibilita também, melhorar o tamanho e a qualidade dos frutos, reduz a brotação de ramos ladrões, estimula a formação de ramos produtivos e proporciona maior resistência a doenças (Ferrão, et al., 2007b).

A multiplicação do conilon via assexuada tornou-se uma importante estratégia metodológica utilizada nos programas de melhoramento dessa variedade (Ferrão et al., 2012) e a estaquia, passou a ser o método de multiplicação assexuada mais utilizado em escala comercial no Brasil, pela sua facilidade operacional (Partelli et al., 2006; Ferrão, et al., 2007b).

A seleção clonal engloba a avaliação fenotípica de “indivíduos” considerados superiores em campos oriundos de polinização aberta para a exploração de toda variabilidade genética natural da espécie. Na sequência, as plantas selecionadas são podadas visando estimular o lançamento de novos ramos, que serão utilizados para a formação de mudas clonais para composição de ensaios experimentais (Ferrão et al., 2007b).

Após a avaliação nos ensaios de competição, os clones possuidores das características de interesse e que apresentam compatibilidade genética, podem ser agrupados de acordo com os objetivos da pesquisa, podendo ser utilizados para a formação de uma variedade clonal; ou para serem mantidos em BAGs; ou, para uso no melhoramento intra e interpopulacional. Numa última etapa os clones são avaliados, segundo a sua adaptação aos ambientes de cultivo e em relação a sua aceitação, por produtores e consumidores (Ferrão, 2004).

Clonal ou não, uma lavoura de café para ser eficiente deve ser capaz de formar, ano após ano, um extenso e bem iluminado dossel, com alta taxa fotossintética, capaz de produzir muitos grãos e de mobilizar grandes quantidades de carboidratos para enchimento dos frutos (Rena et al., 2003). Ocorre que, cafeeiros conilon apresentam padrão sigmoidal de crescimento, com taxas relativas, diminuindo progressivamente com a idade (Bragança, et al., 2010) e, quando conduzidos sem podas e desbrotas, apresentam esgotamento precoce,

com sua curva de produção atingindo valores máximos entre a terceira e quinta colheita (Silveira, et al., 1993).

A explicação para o declínio está no fato de que o ramo mais velho possui maior força como dreno na competição por assimilados e, sem crescimento compensatório, contribui para a gradual redução do vigor e da produtividade do cafeeiro (Ronchi e DaMatta, 2007). Assim, o cafeeiro conilon apresenta ciclos de produção que variam de quatro a sete anos durante todo seu período produtivo, os quais podem ser regulados por podas de produção (Cilas et al., 2006), através da manipulação da partição dos fotoassimilados disponíveis dentro do sistema de fontes e drenos do cafeeiro (Silveira et al., 1993).

Quando bem orientada e acompanhada, a prática da poda revigora lavouras depauperadas, aumenta a vida útil do cafeeiro, melhora a circulação de ar e luz dentro da lavoura, reduz a altura e diâmetro da planta, diminui o efeito da bienalidade, melhora as condições químicas e físicas do solo (pela incorporação das partes podadas), melhora o aproveitamento dos insumos como fertilizantes e defensivos e aumenta a produtividade (Silveira et al., 1993). A poda também facilita o acesso à lavoura para realização de tratamentos culturais e a colheita, melhora a qualidade dos grãos colhidos, possibilitando a obtenção de um bom custo benefício (Fazuoli et al., 2007).

Desde o ano de sua primeira recomendação (1993), o manejo mais adequado da técnica da poda em plantas do café conilon tem sido pesquisado. Observava-se que as podas sempre apresentaram dificuldade de entendimento, em função da falta de uniformização na forma de podar, associada às diferenças de porte, arquitetura, vigor e produção das plantas (Silveira, 2008).

No ano de 2008, pesquisadores encontraram na “Poda Programada de Ciclo” (PPC) uma técnica que consegue padronizar o momento, o ano, a condução da poda e o número de ramos por hectare que devem ser cortados e/ou deixados em uma lavoura de café conilon. A PPC acontece a cada três anos, de uma só vez, logo após a quarta ou quinta colheita e de forma padronizada para toda a lavoura (Verdin Filho et al., 2008).

Como o sucesso do melhoramento genético de espécies perenes como o café é dependente, entre outros aspectos, do conhecimento do germoplasma disponível, da variação biológica entre espécies no gênero e entre populações dentro de espécies, e da variação entre indivíduos (Costa et al., 2005, Ferrão et al.,

2011) e diante da constatação de que podas e desbrotas já são práticas rotineiras entre cafeicultores de conilon (Pereira et al., 2007), onde renova-se totalmente a parte aérea da lavoura a cada quatro ou cinco anos, quando fazem opção pela PPC (Verdin Filho et al., 2008), evidencia-se então a necessidade de se considerar, também, em estudos para comprovação da divergência genética e da compatibilidade genética entre os eleitos, o comportamento das características morfoagronômicas que o cafeeiro conilon apresenta após a PPC.

Nas pesquisas até então realizadas, pouca atenção tem sido dada ao estudo do crescimento dos novos ramos do café conilon emitidos após a poda, assim, com este trabalho objetivou-se avaliar genótipos promissores de *Coffea canephora*, estudar o seu crescimento, avaliar a diversidade genética e correlacionar características de interesse, quando manejados sob poda programada de ciclo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DO CAFEEIRO

2.1.1 HISTÓRIA DO CAFEEIRO

A história do cafeeiro está sempre recheada de muitos desencontros e narrativas quase sempre marcadas por páginas de religiosidade, sonhos, ambições, frustrações, orgulho, alegria e prazeres, que levam a dúvidas sobre a veracidade de algumas das informações (Galetti, 2004).

Segundo o mesmo autor, a descoberta do consumo do café deve ter ocorrido por simples casualidade, ou seja, alguém viu seus frutos maduros e teve a compulsão de ingerí-los, ou, observou que animais o faziam e sentiu-se atraído a experimentá-los. É válido lembrar que a Etiópia (ex–Abissínia), país do continente Africano é considerado como sendo o local da degustação do efeito estimulante desse fruto.

Sabe-se, também, que a primeira espécie de café a ser experimentada foi a *Coffea arabica* (Galetti, 2004). Embora as literaturas não mencionarem datas precisas deste decobrimento, Martins (2008), cita o ano de 575, como data do primeiro registro comprovando a existência do café.

Somente quando o café foi levado da África, para a vizinha Península da Arábia Feliz (Yemen), o cultivo do cafeeiro começou a despertar mais interesse, cabendo então, aos árabes, o domínio inicial da técnica de plantio e da preparação da bebida (Galetti, 2004; Ferrão et al., 2007a).

No mundo árabe, o fruto do cafeeiro passou a ser chamado de “QUAHWEH” (Vinho), ou de “KAHOUA” e “QAHWA” (o excitante). Mais tarde, passou a ser chamado de “KAHVAH” ou “CAHUE”, sendo que os turcos e outros orientais passaram a pronunciar “CABEUH”, palavra adaptada ao francês sem a demasiada inspiração dos HH, e assim, essa palavra deu origem a palavra CAFÉ no português, francês e espanhol; CAFFÈ em Italiano; COFFEE em Inglês; KAFFEE e KOFFIE em Alemão; KAVE no Húngaro; KOHI no Japonês e KIAFEY no Chinês (Smith, 1985, apud Ferrão et al., 2007a).

Nos séculos XVI e XVII, o café foi levado da Arábia para quase todas as partes do mundo. O seu consumo foi popularizado e seu cultivo espalhou-se pelas demais regiões tropicais do planeta. Foi através da Holanda e de seu intenso comércio marítimo que este produto chegou ao continente americano (Ferrão et al., 2007a).

A história do café no Brasil se inicia em 1727, também com a espécie arábica, trazida da Guiana Francesa através da fronteira do Estado do Pará. Plantada sem grande sucesso na região norte, a cultura cafeeira “desceu no Mapa” brasileiro, chegando ao Rio de Janeiro e depois São Paulo, onde desencadeou um ciclo econômico muito importante para o Brasil, reerguendo a economia que se encontrava em forte decadência, devido à queda nas exportações dos principais produtos da época (Pereira, 2011).

A introdução da cultura do café no território Espírito-Santense continua sendo uma incógnita histórica (Oliveira, 2008), mas segundo o mesmo historiador, já em 1812, as lavouras do rio Doce produziam para exportação, sendo vendido um lote de café pelo preço de 3\$000 por arroba (p.278) e que somente mais tarde, lá para meados do referido século, a rubiácea alcançaria o lugar preeminente em que vem se mantendo no conjunto dos produtos que constituem a riqueza do Estado.

Até meados do século passado, o cultivo da espécie *C. arabica* predominou de forma absoluta sobre a *C. canephora*, ocupando a quase totalidade das plantações e ganhando fama entre os consumidores em escalas mundial, nacional e capixaba (Matiello et al., 2005). Nos últimos 50 anos, o cultivo da espécie vem ganhando espaço em algumas regiões produtoras e já representa quase 40% de todo café produzido e comercializado no mundo (Souza e Santos, 2009).

O grande interesse mundial pelo cultivo da espécie *C. canephora* é atribuído à sua tolerância a ferrugem (*Hemileia vastatrix*); ao maior rendimento do café torrado em termos de sólidos solúveis e pela possibilidade do seu uso misturado com a *C. arabica* (Ferrão et al., 2007a; Fonseca et al., 2007b); à sua maior tolerância a nematóides e à seca (Fazuoli et al., 2007); e na sua maior produtividade e menor custo de produção (Matiello et al., 2005).

Os fatores acima citados conferem à espécie *C. canephora* maior capacidade de competição no mercado, levando a um crescimento de produção de forma assimétrica em relação a *C. arabica*, com deslocamento das médias mundiais de consumo a favor da primeira espécie (Ivoglo, 2007).

De acordo com Davis et al. (2006), o primeiro cultivo comercial da espécie *C. canephora* ocorreu em 1870, em solos do Congo. Já, no Brasil, o cultivo desta espécie se deu no início do século passado, mas a sua exploração comercial só tornou-se significativa a partir dos anos 60, sendo que nos primeiros plantios foram usadas sementes originárias, exclusivamente, da variedade kouillou (Fonseca et al., 2007b).

O termo Francês “kouillou” refere-se ao nome de um rio situado na costa atlântica da África, entre o Gabão e a embocadura do rio Congo, onde a variedade de café foi observada em estado selvagem por botânicos franceses (Chevalier, 1929, apud Ferrão et al, 2007a). Mas, pessoas ligadas ao agronegócio dessa espécie de café, substituíram, na palavra francesa kouillou, as letras “k” e “u” por “c” e “n”, respectivamente, dando origem ao termo “conilon” (Fazuoli, et al., 2009), por isso as lavouras dessa espécie de café passaram ser mais conhecidas pelo nome genérico de “café conilon”, termo esse que atualmente é o mais usado para referir-se a esse grupo específico de cafés.

2.1.2 HISTÓRIA DO CONILON NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Embora a chegada das primeiras sementes de *C. canephora* ao território capixaba data de 1912, a opção dos agricultores dessa região, em migrar para o plantio do café *C. canephora*, ocorreu somente na década de 60, motivados pelos graves reflexos sociais e econômicos surgidos em consequência da implantação do plano de erradicação dos cafezais da espécie *C. arabica*, levado a termo pelo Governo Federal (Fonseca et al., 2007b). Nesta mesma década, o Espírito Santo foi o Estado da União que mais erradicou café (arábica), tendo

reduzido 53% dos cafezais e 71% da sua área total cultivada (DeMuner et al., 2007).

Dessa forma, por opção, apenas dos cafeicultores capixabas, o conilon passou a ser plantado no Norte do Estado do Espírito Santo e sua expansão se deu, inicialmente, à margem da pesquisa científica, seguindo critérios estabelecidos pelos próprios agricultores, a contragosto e sem qualquer apoio do Governo Federal (Fonseca et al., 2007b) e neste momento, a nova espécie de café foi “eleita” como a única esperança de amenização da crise de uma região que se encontrava desolada após a erradicação do café arábica (Ferrão et al., 2009).

Mais tarde, percebeu-se a possibilidade de o café conilon ser cultivado em áreas marginais ao café arábica, especialmente, nas regiões mais quentes e secas (Ferrão et al., 2007a; Fonseca et al., 2007b) e abaixo de 400m de altitude (Silva et al., 2007a), áreas comuns na região. Em seguida, surgiu a possibilidade de seus grãos serem usados como matéria-prima para a indústria de café solúvel, instalada no Estado do Espírito Santo no início da década de 1970 (Ferrão, 2004; Silva et al., 2007a).

Nas primeiras lavouras de conilon, todo aparato tecnológico utilizado esteve baseado em recomendações e informações desenvolvidas para a cafeicultura de arábica (Fonseca et al., 2007b). No entanto, apesar de pertencerem ao mesmo gênero, estas duas espécies *C. arabica* e *C. canephora* apresentam características muito distintas (Zambolim et al., 2009). Essas diferenças podem se observadas nas origens, no sistema de reprodução, no número de cromossomos, no ciclo, no porte, nos tipos de grãos, nas exigências nutricionais, na tolerância à seca, pragas, doenças e nematóides, no tipo e tamanho das cerejas e na constituição bioquímica dos grãos, entre outras características (Cecon et al., 2008).

Portanto, um novo modelo tecnológico teve, então, que ser criado, para que fosse possível a evolução da cafeicultura da nova espécie. O problema a ser superado dessa vez, foi que o cafeeiro conilon, comparativamente com o arábica, tinha pouco destaque como alvo dos trabalhos de pesquisas em quaisquer das linhas de conhecimento. Essa não preferência pelas pesquisas com o conilon pode ser atribuída ao fato de que sua exploração seja mais recente, seus cultivos

estejam mais localizados e sua produção global seja menor em relação ao arábica (Oliveira et al., 2009).

A geração de informações, conhecimentos e tecnologias específicas para o café conilon tiveram seu marco inicial nos conhecimentos adquiridos pelos pioneiros na produção do café em meados dos anos 60. Em seguida, pesquisadores do Instituto Brasileiro do Café (IBC), iniciaram pesquisas visando à seleção de plantas superiores de lavouras comerciais, avaliaram sua descendência em ensaios e passaram a distribuir sementes aos produtores (Matiello et al., 2005). Paralelamente, no ano de 1972, tiveram início os primeiros ensaios para a introdução da reprodução vegetativa, onde pesquisadores do IBC conseguiram enraizar estacas de nó inteiro e de meio nó, retiradas de ramos ortotrópicos (Silva et al., 2007a).

Em 1984, a Verdebrás Biotecnologia (empresa privada) iniciou a produção de mudas clonais em escala comercial e a Empresa Capixaba de Pesquisa Aropecuária (EMCAPA), atual Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER), com seus pesquisadores, iniciaram a seleção dos melhores materiais genéticos (clones) em todo o Norte do Estado, culminando com o lançamento de variedades aptas a altas produtividades e com maturação diferenciada (Ferrão, 2004). Em 1985, as Empresas Estaduais de Pesquisa (EMCAPA) e de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), passaram a contemplar em seus programas também a cultura do café (Silva et al., 2007a).

Apesar de estarem ocorrendo migrações para outros Estados e serem observados plantios em uma faixa que vai desde o Paraná até o Pará (Petek e Patrício, 2007), a produção de café conilon no Brasil continua ainda concentrada no Espírito Santo (Ferrão et al. 2007a, Fonseca et al., 2007b).

A safra cafeeira do Brasil (arábica e conilon), no ano de 2012, atingiu 50,826 milhões de sacas de café beneficiado, a maior safra produzida no país e o Estado do Espírito Santo colheu no mesmo ano, uma safra de 12,502 milhões de sacas, o que representa 24,6% da safra nacional de cafés, qualificando-o como segundo Estado maior produtor de café (CONAB, 2013).

Do quantitativo produzido no Espírito Santo, 22,3% são da espécie arábica (2,789 milhões de sacas) e 77,7% são de conilon (9,713 milhões de sacas). Essas 9,713 milhões de sacas representam 77,8 % de todo café conilon colhido no Brasil, credenciando o Estado como o maior produtor nacional de café da espécie conilon (CONAB, 2013).

O parque cafeeiro capixaba é composto em 1.205.211 mil covas de café em produção, sendo 45,65% de arábica (550.153 mil) e 54,35% de conilon (655.058 mil). Com um parque cafeeiro apenas 8,7 % superior ao do arábica, as lavouras de conilon conseguem produzir cerca de 3,5 vezes a mais que a quantidade produzida pelo arábica. A explicação está na produtividade do conilon (34,68 sacas beneficiadas por hectare) bem superior ao do arábica (16,4 sacas beneficiadas por hectare) (CONAB, 2013).

A cafeicultura e as atividades dela resultantes geram, nos variados setores, divisas e empregos de forma significativa, fixa o homem ao campo, promove melhor a interiorização e contribui para o desenvolvimento econômico e social nas propriedades, regiões e país (Efigem et al., 2008). Segundo Ferrão (2012), a cafeicultura capixaba está presente em mais de 60 mil propriedades distribuídas em 77 dos 78 municípios do Estado do Espírito Santo, envolvendo 131 mil famílias rurais, empregando 300 mil capixabas somente no setor de produção, e no ano de 2011, representou 43,6% do valor bruto da produção agrícola capixaba.

Baseados em estudo desenvolvido pela equipe do Instituto de Economia Agrícola (IEA), Vegro et al. (2005), estimou que, caso houvesse opção pela venda do café já processado, seriam gerados 88 postos de trabalho diretos e indiretos para cada 10.000 sacas de café cru adicionais, exportadas na forma de produto processado (torrado e moído) Sendo assim, o aspecto social e econômico da cafeicultura poderia ser muito maior, caso houvesse opção pelo processamento do café antes de sua comercializado.

2.2 BOTÂNICA DO CAFEEIRO

São grandes as dificuldades para classificação botânica do cafeeiro. A distribuição geográfica das espécies é ampla e não existem coleções contendo todas as espécies conhecidas, em que estudos comparativos entre as diferentes espécies possam ser efetuados. Por este motivo, desde a primeira classificação proposta no século XVIII, os botânicos não conseguiram pôr-se de acordo com um sistema exato para definir sua classificação (International Coffee Organization, 2010).

Atualmente a classificação mais aceita é de que o cafeeiro trata-se de um arbusto perene pertencente ao reino Plantae, divisão Tracheophyta (possui vasos), sub-divisão Spermatophytina (produz sementes), classe Anthophyta ou

Angiospermae (sementes dentro do fruto), sub-classe Dicotyledoneae (dois cotilédones), ordem Rubiales, família Rubiaceae, sub-família Ixoroideae, tribo Coffeae, sub-tribo Coffeinae, gênero *Coffea* (Mattiello et al., 2005; Ferrão et al., 2008a; Davis et al., 2006).

O gênero *Coffea* compreendia 104 espécies de café, sendo 95 espécies pertencentes ao subgênero *Coffea* e nove ao subgênero *Baracoffea* (Davis e Rakotonasolo, 2008). Porém, estudos filogenéticos morfológicos e moleculares realizados em 2011, mostraram que os gêneros *Coffea* e *Psilanthus* (o segundo contendo 20 espécies) estão intimamente relacionados. Com base nestes estudos, Davis et al., (2011) propuseram a incorporação dessas espécies ao gênero *Coffea*. Assim, esta decisão aumentou o número de espécies em *Coffea* de 104 para 124.

Dessas 124 espécies, as espécies *C. arabica* e a *C. canephora* representam, praticamente 100% de todo café comercializado no mundo (Misha e Slater, 2012) e o Brasil é o único país a cultivar essas duas espécies em grande escala e com níveis elevados de produtividade (Mattiello et al., 2005). As demais espécies têm importância em programas de melhoramento genético, como fontes de variabilidade genética para resistência às principais pragas e doenças, teor de cafeína, sólidos solúveis, óleo, tolerância a estresses abióticos, arquitetura das plantas, precocidade de maturação dos frutos, entre outras (Fazuoli, et al., 2007).

Estudos indicam que a espécie *C. arabica* é originária do Nordeste do Continente Africano, onde crescia em sub-bosque de florestas tropicais, em altitudes de 1.600 a 2.800 m, com temperatura média anual de 20°C e precipitação de 1.600 a mais de 2.000 mm. A primeira descrição científica dessa planta foi feita pelo botânico Prospero Alpino, nos anos de 1591 e 1592 e a sua primeira classificação botânica coube ao botânico Antoine Jussieu, que no ano de 1716, classificou-a como *Jasminum arabicum*, e que Carl Von Lineé (Lineu), no ano de 1737, reclassificou-a, dando-lhe o nome de *Coffea arabica* (Martins, 2008).

A espécie *C. canephora* possui centro de origem mais amplo, estendendo-se da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do Continente Africano, predominando em regiões de baixa altitude, entre 0 a 1300m, com temperaturas médias anuais entre 24 e 26°C e precipitação superior a 2.000 mm. É a segunda espécie de café mais plantada no mundo, foi classificada por Louis Pierre em 1895 e, em 1897, o botânico Alemão Albrecht Froehner, fazendo uma revisão do

gênero *Coffea*, publicou a descrição da espécie como *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Ferrão et al., 2009).

A espécie *C. canephora* difere bastante da espécie *C. arabica* pelas seguintes características: arbusto multicaule; folhas maiores, mais onduladas e verde mais claro; flores autoincompatíveis; frutos menores, mais esféricos, cor variando do vermelho ao laranja e exocarpo mais fino; sementes de tamanho variável, com película aderida, endosperma de cor verde e maior teor de cafeína (Carvalho, 1946, apud Ferrão et al., 2007a); espécie diploide com $2n = 2x = 22$ cromossomos, alógama, com sistema de incompatibilidade do tipo gametofítico (Conagin e Mendes, 1961); exigência nutricional; tolerância à seca, nematóides, pragas e doenças; origem e base genética; ciclo e porte das plantas; constituição bioquímica dos grãos; densidade, sabor e corpo da bebida; rendimento; estabilidade da produção (Ferrão et al., 2007c), entre outras.

Essa espécie passou a receber mundialmente a denominação genérica de “café robusta”, cuja origem está relacionada à maior resistência a doenças, principalmente, à ferrugem (Ferrão et al., 2007a) e/ou pelo fato de terem um sistema radicular mais desenvolvido que a espécie *C. arabica*, adaptando-se melhor à seca (Matiello et al., 2005).

Os “robustas” compreendem um grupo de variedades da espécie *C. canephora*, dentre as quais são citadas as seguintes: Kouillou, Robusta, Sankuru, Bukaba, Niaculi, Uganda, Maclaud, Laurentti, Petit, Indénié, Nana, Oka (Charrier e Berthaud, 1988, apud Ferrão et al., 2007a), Guarini IAC 1598, Bukobensis IAC 827, Robusta RN, Apatã (Fazuoli et al., 2007; Matiello et al., 2005).

Estudos baseados em isoenzimas e nas diferenças entre regiões geográficas de origem permitem separar as variedades acima citadas em dois grupos: O Guineano e o Congolês (Fazuoli et al. 2007; Ferrão et al., 2007a). Sabe-se que no grupo Guineano, estão os cafés do tipo “kouillou”, materiais que deram origem ao “conilon”, principal representante dos “robustas” cultivados no Brasil e no Espírito Santo; e que no grupo Congolês, estão presentes dois subgrupos: o subgrupo 1 (SG1) formado pelos tipos de café robusta ou híbridos entre os dois grupos (kouillou x robusta) e o subgrupo 2 (SG2) que corresponde ao café robusta propriamente dito (Fazuoli et al., 2007).

Não é fácil a distinção desses grupos a campo, em razão da forma natural de multiplicação da espécie, que resultam em populações de elevada heterosigose (Ferrão et al., 2007a).

2.3 ZONEAMENTO CLIMÁTICO PARA O CAFEIRO CONILON

O zoneamento agroclimatológico constitui uma ferramenta de apoio no planejamento e na consolidação da atividade cafeeira, permitindo o conhecimento das áreas mais apropriadas ao cultivo e, a maximização da eficiência econômica em equilíbrio com o meio ambiente (condições básicas para a sustentabilidade das lavouras ao longo do tempo) (Alves e Livramento, 2003). Os demais fatores naturais de produção, embora importantes e limitantes, estão na dependência das possibilidades e limitações climáticas a que o cafeeiro está submetido (Taques e Dadalto, 2007).

No Brasil, em função da sua dimensão continental, onde existem consideráveis heterogeneidades climáticas, diferentes tipos de solo, diversas topografias e, sobretudo, por ser o maior produtor mundial de café, o zoneamento agroclimático torna-se ferramenta importante para iniciação de um cultivo de café (Evangelista et al., 2002).

Segundo Evangelista et al. (2002), o primeiro zoneamento para cafeicultura brasileira foi feito para a espécie *C. arabica*, a pleno sol, realizado por técnicos do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC), na década de 1970, baseado nos critérios de temperatura e precipitação, classificando as diferentes regiões como aptas, aptas com restrição e Inaptas.

Posteriormente, Matiello (1991), estabeleceu os parâmetros técnicos para esse zoneamento climático, considerando os limites térmicos da cultura do café para regiões aptas, restritas e inaptas, como sendo, respectivamente, entre 19°C a 22°C; 18°C a 19°C e 22°C a 23°C; < 18°C e > 23°C, para o café arábica (*C. arabica*) e de 22°C a 26°C; 21°C a 22°C; < 21°C, para o café robusta (*C. canephora*). Os limites de deficiência hídrica, considerados para as regiões aptas, restritas e inaptas, foram: < 150 mm; 150 a 200 mm; > 200 mm para o café arábica e < 200 mm; 200 a 400 mm; > 400 mm, para o café robusta.

Portanto, pode-se observar que os estudos, até então realizados, não levavam em conta o aspecto probabilístico de ocorrência de extremos meteorológicos, ou seja, a questão dos riscos existentes em função de anomalias

climáticas como geadas e estiagens, incidentes em fases críticas do desenvolvimento fenológico da cultura, e também, restrições relativas ao tipo de solo disponível para o plantio (Pinto et al., 2001).

Atualmente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da sua Secretaria de Política Agrícola, publicou no Diário Oficial da União, de 25 de fevereiro de 2011, as portarias de nº, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, aprovando respectivamente, os zoneamentos agrícolas, para os Estados do MS, MT, BA, DF, GO, PR, RO, SP, ES, MG.

Nas refridas portarias estão contidas, em escala municipal, as áreas que possuem aptidão ao plantio dos cafeeiros arábica e robusta, identificadas com base nos índices de: deficiência hídrica anual (DHA), deficiência hídrica mensal (DHM), deficiência hídrica do mês de setembro (DHMs) e entre outubro e março (DHMom), temperaturas médias anuais (T_a) e temperaturas do mês de novembro (T_n). Alguns cuidados ainda foram tomados no sentido de evitar, em termos probabilísticos, regiões onde os fenômenos adversos possam ocorrer com maior frequência e também regiões que possuem solos problemas (MAPA, 2011).

Na atual metodologia, foram incluídas as temperaturas do mês de novembro (T_n), em função da possibilidade de ocorrerem no referido mês, temperaturas médias mensais superiores a 24°C , as quais, segundo Assad et al. (2000), quando associadas a temperaturas acima dos 30°C e durante períodos longos, coincidentes com a fase do florescimento do cafeeiro, podem causar um grande número de abortos de botões florais.

Em Estados como o de Mato Grosso, a deficiência hídrica anual (DHA) foi dividida em deficiência hídrica do mês de setembro (DHMs) e deficiência hídrica entre outubro e março (DHMom), por serem consideradas limitantes quando superiores a 50 e 10 mm, respectivamente. Segundo Assad e Pinto (2001), na cultura do café robusta, é necessário que a umidade do solo esteja suficiente nesses períodos, para que ocorra um bom “vingamento” da florada (setembro) e um rápido desenvolvimento das plantas e enchimento dos frutos (de outubro a março), caso contrário, resultariam em desfolha, seca de ramos e de flores, morte de raízes e deficiências induzidas de nutrientes.

Para o Estado do Espírito Santo, foram considerados aptos ao cultivo das espécies arábicas e robustas, os municípios com condições hídricas e térmicas, favoráveis em 80% dos anos avaliados. Os critérios de aptidão hídrica e térmica

estabelecidos para o cultivo em regime de sequeiro foram: Café arábica: DHA < 150 mm; 18°C < Ta < 23°C; Tn < 24°C e Café Robusta: DHA < 200 mm; 22°C < Ta < 26°C; Tn < 25°C (MAPA, 2011).

A referida portaria apresenta a relação dos municípios aptos a praticarem cafeicultura de sequeiro e os que devem fazer uso da irrigação. Ela apresenta ainda, nota técnica, indicando os tipos de solos em que os plantios são recomendados, os períodos indicados para este plantio e as cultivares/variedades indicadas (MAPA, 2011).

Convém ressaltar que, em função do tamanho da grade de interpolação das variáveis fitoclimáticas usadas no zoneamento, poderão ocorrer micro-áreas com climas favoráveis ao cultivo do cafeeiro, dentro de uma zona de restrição. Por outro lado, poderão ser encontradas subáreas que apresentam restrição dentro de áreas enquadradas como aptas (Sediyama et al., 2001). Outra possibilidade é que na atualização de cartografias anteriores, uma mesma área possa mudar de categoria de aptidão em função de oscilações cíclicas que possam ocorrer no regime pluviométrico ou térmico (Pinto et al., 2001).

Diante disso, o zoneamento agrícola de uma região deve ser constantemente atualizado nos dados e nas técnicas, visando obter informações mais precisas sobre as condições climáticas das culturas selecionadas e, sobretudo, proporcionar maior retorno dos investimentos a médio e a longo prazos para os produtores (Sediyama et al., 2001).

2.4 MULTIPLICAÇÃO CLONAL DO CONILON

A propagação vegetativa tem a vantagem de fixar um genótipo a qualquer tempo, sem que haja a necessidade de avançar gerações para tal finalidade, podendo-se aproveitar, imediatamente, os indivíduos superiores que surgirem em qualquer estágio do programa de melhoramento (Ferrão et al., 2007c). Essa vantagem está presente nos cafés robustas (dentre eles, o conilon), que apresentam a possibilidade de multiplicação massal por estaquia, utilizando-se de segmentos de ramos ortotrópicos (Fazuoli, 2012).

Em lavouras de café conilon formadas com mudas clonais, consegue-se elevar o nível de produtividade, uniformizando as plantas e a maturação, com vantagem da precocidade inicial da produção (Bragança et al., 2001). Além disso, possibilita escalonar a colheita (clones de maturação precoce, média e tardia),

melhora o tamanho e a qualidade dos grãos, reduz a brotação de ramos ladrões e estimula a formação de ramos produtivos (Ferrão, et al., 2007c).

Visando à obtenção de ganhos genéticos mais rápidos e com menor custo, a seleção clonal foi incluída como importante estratégia metodológica a ser utilizada nos programas de melhoramento de café conilon (Ferrão et. al., 2007b).

A seleção clonal engloba a avaliação fenotípica de “indivíduos” em campos oriundos de polinização aberta, para a exploração da variabilidade genética natural da espécie; a poda das plantas superiores, para aumentar o número de ramificações; sua multiplicação assexuada (clonagem); avaliação em ensaios experimentais instalados em locais representativos, juntamente com testemunhas locais, por no mínimo de quatro colheitas; seleção de clones superiores para diferentes características; avaliação da compatibilidade genética entre os eleitos; agrupamento dos clones de acordo com os objetivos da pesquisa (formação de uma nova variedade clonal, manutenção em bancos ativos de germoplasmas e/ou utilização no melhoramento inter e intrapopulacional. No primeiro caso, existe ainda, a necessidade da formação de jardins clonais em locais estratégicos; lançamento de variedades e disponibilização de estacas aos interessados (Ferrão et al., 2007b).

Existem, também, diferentes métodos de propagação vegetativa do café conilon, mas para a multiplicação em escala comercial, prevalece até o momento, no Brasil, a estaquia (pedaços de brotos ortotrópicos) em função da sua facilidade operacional (Ferrão et al., 2007c) e nos modernos plantios comerciais de conilon tem predominado as mudas provenientes dessas “estacas” (Partelli et al., 2006).

A parte do cafeeiro a ser multiplicada (estaca) é denominada de “clone”, termo derivado do grego (Klón), que significa broto. A técnica de multiplicação é a “multiplicação clonal”. O conjunto de indivíduos originários de uma mesma planta é chamado de “clones”. O campo de produção formada a partir de mudas clonais denominada “lavoura clonal”. O conjunto dos diferentes clones que são recomendados para um mesmo campo de produção faz parte de uma “variedade clonal”. A lavoura onde são retirados os clones é o “jardim clonal” e o método de melhoramento em que se utiliza da multiplicação vegetativa via estaquia é a “seleção clonal” (Ferrão et al., 2007b; Fonseca et al., 2007a).

Em uma variedade clonal, os clones devem ser eleitos por sua capacidade produtiva, estabilidade de produção, capacidade de adaptação a diversos

ambientes, resistência a doenças, tolerância à seca, ou, por serem bons cruzadores com os demais (Fonseca et al., 2004).

Recomenda-se que uma variedade clonal seja composta por, no mínimo, oito clones compatíveis entre si (Ferrão, et al, 2007b), pois as conseqüências do uso de um menor número de clones é que pode resultar em lavouras com problemas de polinização e fertilização (várias floradas, poucos frutos por rosetas e maturação desuniforme), vulnerabilidade genética (perigo com pragas e doenças), menor longevidade das lavouras, menor produtividade e qualidade dos grãos (Fonseca et al., 2007a).

É, também, de fundamental importância que os clones componentes de cada variedade clonal sejam geneticamente distintos, embora devam apresentar características fenotípicas semelhantes (Ferrão et al., 2007b).

É importante citar ainda, que a multiplicação assexuada apresenta como desvantagem a possibilidade da redução da heterose, e por esse motivo, recomenda-se que o melhoramento genético do conilon deva ser realizado via processo assexuado e sexuado, conduzidos paralelamente, pois, conforme afirma Ivoglo (2007), enquanto o primeiro leva ao estreitamento da base genética dos materiais obtidos, o segundo permite a recomposição da base genética através da recombinação dos melhores materiais, com alta freqüência de genes.

2.5 A PODA PROGRAMADA DE CICLO (PPC)

O crescimento dos custos da produção e os preços insatisfatórios observados no mercado para o café têm obrigado tanto pesquisadores quanto produtores, a investirem em tecnologia e/ou no aprimoramento nos tratamentos culturais, para que seja mantida a sustentabilidade da atividade cafeeira (Petek e Patrício, 2007).

Para se manter eficiente, uma lavoura de café deve ser capaz de formar, ano após ano, um extenso e bem iluminado dossel, com alta taxa fotossintética, capaz de produzir muitos frutos e de mobilizar grandes quantidades de carboidratos para enchimento dos mesmos (Rena et al., 2003). A árvore do cafeeiro é uma planta perene cultivada ao longo de um grande número de anos, podendo chegar até 40 anos (Cilas et al., 2006), e no caso do conilon, quando deixado crescer livremente, pode apresentar mais de 50 ramos ortotrópicos, crescendo estiolados pelo auto sombreamento, com propensão ao vergamento em

função do peso, e quando adulto, apresenta formato de “taça” com sua produção muitas vezes restrita apenas à parte superior das hastes (Matiello et al., 2005).

Para Ronchi e DaMatta, (2007), os ramos mais velhos possuem maior força como drenos na competição por assimilados e, sem crescimento compensatório, principalmente em área foliar, contribuem para a gradual redução do vigor da planta, e com ele, a redução da produtividade do cafeeiro. Assim, cafeeiros conilon conduzidos sem podas e desbrotas apresentam esgotamento precoce, com sua curva de produção atingindo valores máximos entre a terceira e quinta colheitas, declinando-se posteriormente (Silveira, 1993). Esse comportamento, onde as taxas relativas diminuem progressivamente com a idade, caracterizam um padrão sigmoidal de crescimento (Bragança et al., 2010).

Pode-se manipular a partição dos fotoassimilados disponíveis dentro do sistema de fontes e drenos do cafeeiro conilon através da poda. Quando bem orientada e acompanhada, esta prática revigora lavouras depauperadas, aumenta a vida útil do cafeeiro, melhora a circulação de ar e luz dentro da lavoura, reduz a altura e diâmetro da planta, diminui o efeito da bienalidade, melhora as condições químicas e físicas do solo (pela incorporação das partes podadas eliminadas), melhora o aproveitamento dos insumos como fertilizantes e defensivos e aumenta a produtividade (Silveira et al., 1993).

A poda também facilita o acesso à lavoura para realização de tratamentos culturais e a colheita e melhora a qualidade dos grãos colhidos (Fazuoli et al., 2007). Quando a poda é realizada em intensidade, forma e época adequadas ela pode garantir a renovação da lavoura, com formação de brotos de qualidade, e, simultaneamente, com obtenção de produtividades satisfatórias (Ronchi, 2009). Segundo Ferrão et al. (2004), a poda é uma das práticas que mais benefícios podem incorporar no curto prazo, na recuperação de lavouras pouco produtivas. No entanto, apesar de já consagrada entre os cafeicultores dessa espécie, as podas devem passar por inovações e aperfeiçoamentos (Pereira et al., 2007) visando sua maior eficiência, possibilitando a obtenção de um bom custo benefício (Fazuoli et al., 2007).

Os primeiros resultados de pesquisas com a poda do café Conilon foi publicado em 1993, pelo INCAPER, junto com cafeicultores do setor privado (Fonseca et al., 2007a) a fim de acelerar a derrama natural de ramos velhos e doentes de conilon (Silveira et al., 1993).

Silveira e Rocha (1995) dividiram didaticamente a poda do conilon em três categorias de intervenção: 1) Poda de formação ou desbrota - realizada no primeiro ano; 2) Poda de produção ou frutificação - cuja intensidade dependeria do fechamento da lavoura, do nível de depauperamento das plantas, da evolução da produção, e da dependência do produtor em relação à produção futura; 3) Poda de renovação ou recepa - que deveria ser aplicada nos casos em que não fosse mais possível fazer o revigoramento com a poda de produção.

Posteriormente, as podas passaram a ser recomendadas também com a finalidade de eliminação dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos que por motivos diversos não apresentam mais produtividades econômicas, substituindo-os por ramos mais novos e produtivos (Ferrão et. al., 2004). Com o adensamento das lavouras, as podas do conilon, tornaram-se práticas indispensáveis.

Uma das dificuldades encontradas pelos pesquisadores até o ano de 2008, era de como se chegar a uma definição clara da prática da poda, pois os cafeicultores tinham dificuldades em entender a técnica em razão das diferenças de porte, arquitetura, vigor e produção das plantas, bem como da época e do ano ideal para sua realização, e da vantagem econômica da realização da poda (Silveira, 2008).

Alguns pesquisadores como (Silveira, 2008; Verdin Filho et al., 2008) encontraram na “Poda Programada de Ciclo” (PPC) uma técnica que consegue padronizar o momento, o ano, a forma de condução da poda e o número de ramos por hectare que devem ser cortados e/ou deixados em uma lavoura de café conilon.

Vale ressaltar que a poda programada de ciclo é diferente das podas tradicionais, que eram realizadas diversas vezes durante o ano e, de acordo com a apreciação do estado individual de cada planta. A PPC acontece a cada três anos, de uma só vez, logo após a da terceira ou quarta colheita. A definição entre a terceira e quarta colheita é função do vigor, crescimento das plantas, entrada de luz, material genético, espaçamento, nível tecnológico, entre outros fatores (Verdin Filho et al., 2008).

Definido o ano da poda, a PPC deve ser realizada de forma padronizada em toda lavoura, eliminando-se de 50 a 75% das hastes ortotrópicas menos produtivas da planta. Paralelamente, devem-se eliminar os ramos horizontais

(plagiotrópicos) que atingiram cerca de 70% da produção, além dos brotos ortotrópicos jovens e já estiolados (Verdin Filho et al., 2008).

Deve-se realizar a poda, preferencialmente, logo após a colheita e antes da primeira florada, permitindo ao cafeeiro recuperar-se, mesmo que parcialmente, do estresse causado pela colheita e pela própria operação de poda, antes do próximo período produtivo. A poda precoce reduz a área foliar do cafeeiro e a superfície evapotranspirante, resultando numa menor perda global de água, contribuindo para a manutenção de status hídrico favorável nas hastes remanescentes (Fonseca et al., 2007b).

Um rigoroso calendário de desbrotas deve ser executado em lavouras que passaram pela PPC, deixando-se apenas a quantidade de brotos novos suficientes para recompor a lavoura com o número de hastes recomendado por hectare (Verdin Filho et al., 2008), pois, sabe-se que o cafeeiro conilon é vigoroso e adaptado à luz e ao calor (Fazuoli et al., 2007) e estando diante de uma nova relação fonte/dreno e da exposição dos troncos, a luminosidade passa a emitir um elevado número de novos ramos ortotrópicos, muito deles improdutivos (Thomaziello e Pereira, 2008).

Fonseca et al. (2007b), aconselha que seja mantido um número de 12 mil ramos ortotrópicos por hectare em lavouras não irrigadas e 10 mil hastes por hectare em lavouras irrigadas. Os mesmos autores aconselham que seja mantido apenas o broto mais vigoroso em cada ramo podado, preferencialmente, os mais baixos e voltados em direção às ruas de plantio, eliminando-se as brotações excedentes quando ainda estiverem pequenas (menos de 30 cm) e estas eliminações devem ser realizadas por quantas vezes forem necessárias.

As principais vantagens da PPC são: redução média de 32% de mão-de-obra no período de 10 colheitas, facilidade de entendimento e execução, padronização do manejo da poda, maior facilidade para a realização da desbrota e dos tratos culturais, maior uniformidade das floradas e da maturação dos frutos, melhoria no manejo de pragas e doenças, aumento superior a 20% na produtividade média da lavoura, maior estabilidade de produção por ciclo e melhor qualidade final do produto (Verdin Filho et al., 2008). Sendo assim a poda, que já era prática consagrada entre cafeicultores do conilon, encontrou na PPC a facilidade do entendimento aliado às vantagens adicionais acima citadas.

2.6 MELHORAMENTO GENÉTICO DO CONILON

O uso de cultivares melhoradas é um dos fatores que mais tem contribuído para o sucesso da cafeicultura a nível mundial (Ivoglio, 2007). Nesse segmento o Brasil é considerado líder e o Estado do Espírito Santo, assume esse posto quando diz respeito ao melhoramento do cafeeiro conilon, devido aos trabalhos realizados por produtores particulares, empresas privadas e, principalmente, pelo INCAPER (Ferrão, 2004).

O melhoramento genético de plantas tem sido entendido como uma ciência que visa manipular as plantas na direção dos interesses social, econômico e ambiental da humanidade (Ferrão et al., 2007a). Este é um processo que exige dinamismo espacial e temporal para permanecer em sintonia com a cadeia produtiva, atendendo as demandas vigentes e antecipando-se às demandas futuras (Souza e Santos, 2009).

As demandas da cafeicultura do conilon acenam para a necessidade da superação das produtividades das melhores variedades atuais, com ganhos significativos na qualidade do café produzido e obtenção de cultivares adaptadas às diferentes regiões cafeeiras (Fonseca et al., 2011). Tais demandas acenam também, para a preocupação com práticas de manejo que garantam a sustentabilidade das propriedades agrícolas, que agridam menos o meio ambiente e tornem o produto mais saudável e competitivo (Thomaziello e Pereira, 2008) e ainda para a obrigação de investimento em tecnologia e/ou aprimoramento nos tratamentos culturais, a fim de que seja mantida a sustentabilidade da atividade cafeeira, em função da tendência no crescimento dos custos da produção e dos baixos preços observados no mercado para o café conilon (Petek e Patrício, 2007).

Para atender essas demandas, foram traçados os objetivos do programa de melhoramento do *Coffea canephora* no Brasil. Resumidamente, os novos cultivares devem possuir: altas produtividades, boa qualidade dos frutos, características agronômicas e botânicas desejáveis, tolerância às condições adversas de ambientes, adaptados aos plantios sob irrigação, características agroindustriais superiores, maiores teores de sólidos solúveis totais e menores teores de cafeína (Ferrão et al., 2007b).

Também são objetivos do melhoramento: identificar marcadores de DNA; ajustar metodologia para multiplicação *in vitro*; ampliar, caracterizar e manter os

acessos, clones, variedades e híbridos sintéticos nos Bancos Ativos de Germoplasmas; realizar estudos básicos da biologia de reprodução; e, realizar análises genética, biométrica e citológica (Ferrão et al., 2007b).

São ainda, citados como objetivos do programa de melhoramento genético do conilon: a obtenção de cultivares de menor variação bienal; tolerantes a pragas e doenças; de porte e arquitetura adequada ao adensamento; e, com maior rendimento no benefício (Ferrão, 2012).

As estratégias de melhoramento que vêm sendo utilizadas nos programas para *Coffea canephora*, visando o atendimento das demandas requeridas pela cadeia produtiva e dos objetivos traçados pelos melhoristas do cafeeiro, são: a introdução de germoplasma, a seleção clonal, a hibridação, a seleção recorrente intra e interpopulacional e a haploidiploidização (Ferrão et al., 2007b).

A introdução de materiais oriundos de Bancos Ativos de Germoplasmas (BAGs) ou de coleções de programas nacionais e internacionais é sempre a primeira estratégia dos programas de melhoramento. É válido lembrar que, no caso do *Coffea canephora* (conilon), essa introdução ocorreu através de sementes oriundas de campos de polinização aberta, fato este que contribuiu para a formação de populações com ampla variabilidade genética (Fonseca, 1999).

Entretanto, para explorar essa variabilidade genética, a seleção massal de clones passou a ser o principal método de seleção usado para o *Coffea canephora* (Fonseca et al., 2001). Essa variabilidade genética, quando associada à autoincompatibilidade e ainda com a facilidade de propagação vegetativa que a espécie apresenta, favorecem os programas de melhoramentos, no sentido de se obterem ganhos genéticos mais rápidos em relação a outras espécies perenes (Ferrão et al., 2007b).

A seleção clonal consiste, inicialmente, na identificação e avaliação fenotípica, comportamental e de produtividade de indivíduos superiores em populações naturais segregantes, onde as plantas elites são selecionadas e avaliadas por no mínimo três anos, com anotação das características de interesse. Após esse período, as plantas que continuarem como destaques serão podadas, para aumentar o número de ramificações e facilitar sua multiplicação de forma assexuada (Ferrão et al., 2007b).

Na sequência, com as “estacas” retiradas das matrizes, são produzidas as mudas clonais, que servirão para a composição dos futuros ensaios de competição. Nesses ensaios, os clones são avaliados por no mínimo quatro colheitas e em diferentes locais, devido à possibilidade de interação genótipo x ambiente (Ferrão, 2004). Nesta fase, procede-se também à caracterização agrônômica daqueles comprovadamente superiores (Fonseca et al., 2001).

Após os ensaios de competição, os clones possuidores das características de interesse ao melhoramento e que apresentam compatibilidade genética, são agrupados de acordo com os objetivos da pesquisa, podendo ser utilizados para a formação de uma variedade clonal ou para serem mantidos em BAGs, ou, para uso no melhoramento intra e interpopulacional (Ferrão, et al., 2007b). Numa última etapa, os clones são avaliados segundo a sua adaptação aos ambientes de cultivo e em relação à sua aceitação por produtores e consumidores (Ferrão, 2004).

As principais cultivares desenvolvidas e recomendadas pelo INCAPER, principalmente para o Espírito Santo, são: EMCAPA 8111, composta de 9 clones de café Conilon com maturação precoce; EMCAPA 8121 composta por 14 clones de café Conilon com maturação intermediária; EMCAPA 8131 composta por 9 clones de café Conilon com maturação tardia; *EMCAPA 8141- robustão capixaba*, composta de 10 clones de café Conilon com maturação média e apresentando a característica de tolerância à seca; EMCAPER 8151 – *robusta tropical*, cultivar propagada por sementes, corresponde à recombinação em campo isolado de 53 clones de café Conilon; e, INCAPER 8142 -Vitória, composta de 13 clones de café conilon com maturação média (Ferrão et al., 2007b).

Estão presentes também no Registro Nacional de Cultivares (RNC), as variedades clonais da Empresa Verdebrás, denominadas de G30 e G35, a cultivar Apatã IAC 2258, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e as cultivares: Ipiranga 501 e SV 2010 (MAPA, 2011). O lançamento dessas modernas variedades de *Coffea canephora*, associada às inovações tecnológicas recomendadas por pesquisadores e adotadas pelos cafeicultores, transformaram, em menos de 50 anos, a cafeicultura dessa espécie em uma das mais competitivas do mundo.

2.7 DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM CAFÉ CONILON

A cada novo problema surgido com o cafeeiro, são exigidas soluções rápidas aos pesquisadores por parte da cadeia produtiva (Guarçoni e Prezotti, 2009), entretanto, pesquisas com plantas perenes como o cafeeiro demandam muito tempo para a confirmação inequívoca dos resultados (Ivoglio, 2007), gerando quase sempre um descompasso momentâneo entre as demandas por informações e as respostas geradas pelas pesquisas (Guarçoni e Prezotti, 2009).

Além do ciclo experimental longo, cafeeiros apresentam outras dificuldades aos melhoristas, pois ocupam parcelas experimentais grandes, possuem longo tempo juvenil, têm porte elevado e grande diâmetro de copa, exige intervenção sistemática de podas, suas produções oscilam ao longo do tempo, apresentam altos custos e, pequeno e insignificante progresso genético anual (Ivoglio, 2007).

O tempo necessário e as dificuldades a serem superadas para estimar o potencial produtivo total de um novo genótipo de cafeeiro tornam os programas de melhoramento dessa espécie, geradores de grandes demandas por recursos físicos, financeiros e humanos. Assim, passa a ser vantajoso para esses programas de melhoramento, praticarem a seleção de genótipos superiores de forma indireta e/ou antecipada, visando-se reduzir ao máximo o intervalo de tempo entre ciclos seletivos (Bonomo, 2004; Teixeira et al., 2012).

Para economizar recursos físicos, financeiros e humanos, maiores esforços devem ser dirigidos aos estudos de biometria e biotecnologia, que associados aos métodos e estratégias do melhoramento clássico, conseguem fornecer respostas mais rápidas e com maior acurácia (Ferrão et al., 2007b).

Tendo em mãos um conjunto de dados experimentais relativos aos caracteres definidos como de interesse, e seguindo os princípios da estatística e da biometria, é possível fazer a análise descritiva de uma determinada característica, através da obtenção de estimativas dos diferentes parâmetros genéticos, como: variância genética, variância ambiental, variância envolvendo a interação genótipos x ambientes, coeficiente de variação genética, herdabilidade e correlações de naturezas genotípica, fenotípica e ambiental (Ivoglio, 2007).

No caso do café conilon, melhoristas selecionam, inicialmente, novos materiais baseados em critérios agronômicos e depois realizam a aferição dos materiais mais promissores através da análise de uma série de variáveis, dentre as quais estão às informações biométricas (Ferrão et al., 2007b).

Assim, conhecendo os diferentes parâmetros biométricos das principais características, pode-se definir a melhor estratégia de melhoramento, bem como os métodos e locais para experimentação, planejamento dos recursos, definição de características a serem melhoradas, prognóstico de ganhos de seleção, além da possibilidade de identificar genótipos superiores com menores tempo, custos e esforços (Ferrão, 2004).

Pode-se ainda, através das informações biométricas, identificar a variabilidade genética do germoplasma, definir os materiais básicos para melhoramento intra e interpopulacional, selecionar genitores para cruzamentos, caracterizar germoplasmas, definir locais de experimentação, adaptar e estabilizar genótipos antes da liberação para o plantio, agrupar genótipos para formar variedades, definir o número de colheitas para acurácia da produtividade do genótipo e, selecionar precocemente materiais pelo estudo de características de fáceis mensuração, que se manifestem nos primeiros anos, mas que possuam alta herdabilidade e correlação genotípica desejável com características de baixa herdabilidade (Ferrão et al., 2007b).

Por esses motivos, programas de melhoramento genético têm sua eficácia dependente da quantificação da sua variabilidade genética e da estimação de parâmetros que permitam conhecer a estrutura genética da população (Ferreira, 2005). Essa dependência é ainda maior, no início dos programas, já que são usados para definição das estratégias de trabalho durante as etapas seguintes do melhoramento (Ivoglio, 2007).

Outra importância da diversidade genética para o melhoramento, conforme afirma Bertan et al (2006), reside no fato de fornecer parâmetros para a identificação de genótipos superiores, uma vez que a escolha de genitores para formação de populações segregantes é uma das principais decisões que o melhorista precisa tomar .

Pela necessidade e utilidade que representam, estudos básicos da variabilidade genética disponível passaram a ser uma das linhas de pesquisas do programa de melhoramento do café conilon (Ivoglio, 2007).

Estudar-se a variabilidade genética de um grupo de plantas utilizando-se de suas características genéticas ou de sua resposta ao ambiente exigem avaliações de maior complexidade e/ou de difícil padronização a campo. Assim, a determinação da variabilidade genética geralmente é obtida utilizando-se da

caracterização fenotípica dos diferentes acessos, já que em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob a influência do meio (Ivoglio, 2007).

Técnicas multivariadas permitem que vários caracteres mensurados em um grupo de genótipos sejam analisados simultaneamente, obtendo-se estimativas da sua divergência genética e o agrupamento dos mesmos, por diferentes níveis de similaridade (Cecon et al., 2008), o que poderá ser útil na escolha de genitores para a obtenção de populações segregantes com ampla variabilidade, bem como para a seleção de clones visando a composição de variedades clonais com maior grau de uniformidade e alto potencial produtivo (Souza, 2005).

No estudo da divergência genética, vários métodos podem ser utilizados, dentre eles, estão à análise multivariada, pela utilização das medidas de dissimilaridade envolvendo a distância euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis, métodos hierárquicos de agrupamento, como UPGMA e o do vizinho mais próximo e o método de otimização de Tocher, além de técnicas de dispersão gráfica envolvendo análises por componentes principais e por variáveis canônicas. A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (Cruz e Carneiro, 2006).

No caso do cafeeiro conilon, os clones mais divergentes são importantes para a formação de híbridos e variedades sintéticas, além de proporcionar a possibilidade de recuperação de genótipos superiores em populações segregantes, bem como, de verificar a adequação da composição da variedade, tendo por base a amplitude de divergência genética existente entre os clones que as compõem (Fonseca, 1999).

Por outro lado, os clones componentes de cada variedade clonal de café conilon, embora devam apresentar características fenotípicas semelhantes, como arquitetura, época e uniformidade de maturação de frutos, entre outros, devem ser, também, geneticamente distintos, visando conferir-lhes maior estabilidade (Ferrão et al., 2007b).

A maioria dos trabalhos visando estimar parâmetros genéticos do gênero *Coffea*, foi realizada com a espécie *C. arabica*, portanto, não aplicáveis à espécie *C. canephora* e as principais informações obtidas com a segunda espécie têm

como origem países africanos, que cultivam grupos de materiais genéticos diferentes do conilon brasileiro (Ferrão et al., 2007b).

Em relação a variabilidade genética entre genótipos de *C. canephora* existem diversos trabalhos que comprovando a sua existência como os de Fonseca, (1999), Bragança et al., (2001), Ferrão, (2004), Mistro et al., (2004), Ferreira et al., (2005), Souza, (2005), Cecon et al., (2008), Ferrão et al., (2008b), Ivoglo et al. (2008), Rodrigues et al., (2012).

A existência de variabilidade em *Coffea canephora*, pode ser justificada em função de que grande parte dos genótipos pesquisados teve como origem os campos de polinização aberta e esse fato, associado à autoincompatibilidade que a espécie apresenta, contribui para a formação de populações com ampla variabilidade genética (Fonseca et al., 2001).

Percebe-se que nas pesquisas, até então realizadas, pouca atenção tem sido dada ao estudo do crescimento dos novos ramos do café conilon emitidos após a poda e diante da constatação de que podas já são práticas rotineiras entre cafeicultores de conilon, com renovação total da parte aérea da planta quando é feita opção pela PPC, evidencia-se que é de grande importância que se realize a estimativa também da divergência genética, baseados no comportamento das características morfoagronômicas dos novos ramos surgidos após essa poda.

2.8 CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFEEIRO CONILON

Para ser produtivo, um cafeeiro deve ser possuidor de uma arquitetura de copa favorável à maximização das trocas gasosas a fim de que seja possível a manutenção de uma área foliar sadia e renovada (DaMatta et al., 2007), já que as folhas dos ramos são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de material orgânico através da fotossíntese (Ronchi e DaMatta, 2007).

O crescimento do cafeeiro como um todo, quanto a volume, massa, dimensões lineares e unidades estruturais, ficam na dependência do que a planta armazena e produz em termos de material estrutural, podendo-se inferir que o vigor vegetativo pode ser um bom indicador do potencial produtivo do ano seguinte (Ronchi e DaMatta, 2007).

Observa-se, que indivíduos geneticamente diferentes desenvolvem-se de modo diferente em um mesmo ambiente e por outro lado, indivíduos

geneticamente idênticos, desenvolvem-se desigualmente em ambientes diferentes, levando a conclusão de que a expressão de qualquer caráter é uma ação conjunta do genótipo e do ambiente (Borém e Miranda, 2009).

Além disso, os efeitos genéticos e ambientais não são independentes, uma vez que as respostas fenotípicas dos genótipos podem diferir com as variações ambientais, surgindo um terceiro componente, que é devido à existência da interação entre genótipos e ambientes nos quais, este está inserido, onde o genótipo, é um conjunto particular de genes que o indivíduo possui, e o ambiente, é toda a circunstância não-genética que influencia o valor fenotípico (Ivoglio, 2007).

O início da seleção de novos materiais baseia-se na manifestação fenotípica de critérios agronômicos (Ivoglio, 2007) cujo crescimento é função das condições ambientais (Batista-Santos et al., 2011). Esse ambiente faz com que os genótipos e as várias partes de uma mesma planta exibam respostas diferenciadas, crescendo em diferentes ritmos e em diferentes épocas do ano (Pereira et al., 2007).

Sendo assim, respostas diferenciadas de genótipos às variações ambientais, também, tem sido freqüentemente constatada nas várias espécies de plantas cultivadas. Essa interação é um complicador na execução dos programas de melhoramento, pois geralmente influencia a obtenção de ganhos genéticos, onera e prolonga o tempo da pesquisa, dificulta a recomendação de cultivares para ambientes, principalmente, quando se trabalha em ambientes dissimilares (Ferrão, 2004).

O sucesso na área do melhoramento genético de plantas é dependente da obtenção de todas as informações possíveis sobre a espécie a ser melhorada (Ferrão et al., 2007b) e a análise de crescimento é importante para melhor conhecimento da planta como entidade biológica (Martins et al., 2010).

Portanto, a análise de crescimento é instrumento usado com o objetivo primordial de gerar descrição clara do padrão de crescimento da planta ou de partes dela, permitindo comparações entre situações distintas, podendo ser aplicadas as mais diversas modalidades de estudos (Benincasa, 2003; Ferrão, 2004). A compreensão desse crescimento vegetativo é uma ferramenta importante, tanto na avaliação do estado fisiológico das plantas, como nas práticas de manejo da cultura (Partelli et al., 2010).

Pode-se afirmar que é difícil de identificar o fator primário responsável pela alteração no crescimento de um genótipo a campo. Existe uma vasta lista de fatores bióticos e abióticos possíveis, que podem atuar tanto de forma direta, como indireta, e para complicar, geralmente atuam de forma conjunta (Ivoglio et al., 2008).

Nas latitudes onde está concentrada a cafeicultura brasileira (superiores a 15° S), tem sido observado que o crescimento vegetativo de ramos do cafeeiro *C. arabica* ocorre de forma sazonal, coincidindo o máximo de crescimento com épocas chuvosas, quentes e dias longos, e o crescimento reduzido acontece em épocas secas, frias e de fotoperíodos curtos (Barros et al., 1977).

Essa sazonalidade no crescimento tem sido atribuída a diversos fatores, mas, o entendimento atual é de que estaria associada com as oscilações da temperatura mínima do ar, ocorrendo redução das taxas de crescimento do cafeeiro arábica quando as temperaturas de campo estiverem inferiores a 14°C (Amaral et al., 2006).

Motivada pelas temperaturas mínimas do ar, a sazonalidade é um fenômeno diferenciado por espécies e variedades, com quedas maiores nas taxas de crescimento em *C. canephora* variedade conilon quando expostos a baixas temperaturas (Partelli et al., 2009), justificável pelo fato da evolução do café conilon ter ocorrido em condições ecológicas das terras baixas do continente Africano (Davis et al., 2006). Segundo Partelli et al. (2009), a redução das taxas de crescimento no conilon se inicia quando as temperaturas de campo estiverem inferiores a 17°C. Partelli et al. (2010) concluíram que a baixa temperatura positiva afeta vários componentes da “máquina” fotossintética do cafeeiro, reduzindo a condutância estomática, fotossíntese líquida, eficiência fotoquímica do fotossistema II, transporte tilacoidal de elétrons e atividade enzimática, alterando ainda a composição e a estrutura dos complexos de pigmentos fotossintéticos.

Segundo Ronchi e DaMatta (2007), nas regiões não-equatoriais, como é o caso do Espírito Santo, o desenvolvimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos do cafeeiro conilon variam sazonalmente em função da chuva, temperatura e o fotoperíodo, sendo lento no outono/inverno e rápido na primavera/verão.

A retomada do crescimento ativo do cafeeiro conilon ocorre a partir de setembro (Libardi et al., 1998) e as maiores taxas de crescimento coincidem com

temperaturas mínimas acima de 17,5°C, temperaturas médias situadas entre 22 e 26°C e temperaturas máximas em torno de 30°C, sendo que temperaturas máximas acima de 32°C estão correlacionadas com quedas acentuadas nas intensidades de crescimento (Amaral et al., 2007).

O período de crescimento ativo coincide, no tempo, com a época de maior precipitação pluvial com a evolução das taxas de crescimento guardando bastante semelhança com as curvas de precipitações (Amaral et al., 2007). Redução temporária nas taxas de crescimento nessa fase pode ocorrer e são atribuídas a temperaturas extremas ocorridas no período (Libardi et al., 1998; Silva et al., 2004; Amaral et al., 2007), com possível associação com o excesso de precipitações (Amaral et al., 2007), estiagem prolongada (Dardengo et al., 2009) e ainda com o rápido enchimento dos grãos, já que os frutos são drenos fortes e reduzem crescimento do cafeeiro nessa fase (Amaral et al., 2007).

O cafeeiro conilon atinge as taxas mínimas de crescimento nos meses em que são registradas as menores temperaturas e as menores precipitações pluviais (Libardi et al., 1998). O entendimento atual é de que temperaturas de campo inferiores a 17°C estão associadas com redução das taxas de crescimento do cafeeiro conilon (Partelli et al., 2009). Ramos plagiotrópicos de diferentes idades não apresentam a mesma sensibilidade às baixas temperaturas positivas, podendo apresentar taxas de crescimento diferentes no mesmo período do ano (Partelli et al., 2010).

Para Silveira e Carvalho, (1996), as taxas de crescimento de ramos plagiotrópicos de café conilon variam de 0,03 cm.dia⁻¹ a 0,4 cm.dia⁻¹ em cafeeiros sem irrigação e de 0,03 cm.dia⁻¹ a 0,33 cm.dia⁻¹ em cafeeiros irrigados. Cafeeiros não irrigados tiveram crescimento superior em outubro, mês que o crescimento do conilon é máximo. Cafeeiros conilon crescem mais rapidamente na fase de formação do que na fase de produção (Silveira et al., 1993), apresentando quedas nas taxas de crescimento com a idade (Bragança et al., 2010) e o modelo de seu crescimento segue o padrão sigmoidal (Bragança et al., 2010) e não é modificado pela remoção dos frutos, ainda que cafeeiros sem frutos exibam maiores taxas de crescimento (Libardi et al., 1998). O crescimento é diferenciado entre os clones que compõem uma variedade (Contarato et al., 2010) e pela idade do ramo (Partelli et al., 2010).

Pesquisadores como Ronchi e DaMatta (2007) afirmam que cafeeiros não irrigados apresentam crescimento compensatório, para repor o atraso do início do crescimento em função da não irrigação das plantas. Diferentes tensões e disponibilidade de água no solo também influem no crescimento inicial do cafeeiro (Dardengo et al., 2009).

O crescimento do cafeeiro pode ainda ser alterado por diferentes níveis de sombreamento (Braun et al., 2007), pelo tipo de solo em que está sendo cultivado (Dardengo et al., 2009) e cafeeiro arábica cresce mais quando enxertado sobre porta enxerto de conilon (Thomaz et al., 2005). Ele pode, também, ser modificado pelas podas e em função do nível tecnológico e dos tratos culturais empregados em cada lavoura (Ronchi e DaMatta, 2007).

Portanto, através das informações biométricas é possível gerar descrição do padrão de crescimento da planta ou de partes dela, ferramenta importante tanto para a compreensão da planta como entidade biológica, como do seu estado fisiológico, além de auxiliar na definição das práticas de manejo da cultura.

2.9 CRESCIMENTO REPRODUTIVO DO CAFEEIRO CONILON

A obtenção de um bom desenvolvimento das estruturas reprodutivas fornece ao cafeeiro uma maior probabilidade de sobrevivência ao longo dos tempos, e ao cafeicultor uma possibilidade de obtenção de maiores rendimentos (Chaves Filho, 2007). Portanto, informações sobre os fatores ambientais e da planta, que supostamente regulam as diferentes fases da floração e os eventos de natureza bioquímica, fisiológica e morfológica que ocorrem durante a diferenciação, dormência e antese são praticamente desconhecidos em cafeeiro conilon (Rena e Barros, 2004).

Sabe-se, que os sistemas de controle interno (autônomo) e o externo (sensível ao ambiente) permitem às plantas, regular cuidadosamente o florescimento na época ótima para o sucesso reprodutivo (Taiz e Zeiger, 2004); que a produção de flores e, por extensão, de frutos em cafeeiros dependem da quantidade de ramos formados na estação corrente (DaMatta et al., 2007); que o enfolhamento presente nos ramos, anterior às floradas é responsável pelo vingamento da safra seguinte de café, e que o novo enfolhamento, emitido após as floradas, é responsável pela safra de café a ser colhida dois anos depois (Souza et al., 2009).

Pesquisas também concluíram que o tamanho do ramo plagiotrópico e o comprimento dos seus internódios definem o número de nós formados por ramos (Silveira e Carvalho, 1996); que as floradas do cafeeiro tendem a serem diretamente proporcionais ao número de ramos plagiotrópicos e ao número de nós por ramo plagiotrópicos (Thomaz et al., 2001); que problemas de estiolamento ou deficiência nutricional podem interferir no número de nós de uma planta (Fonseca et al., 2007b).

Sabe-se, também, que o cafeeiro conilon é uma planta de floração gregária, ou seja, todas as plantas numa certa extensão geográfica, florescem simultaneamente (Ronchi e DaMatta, 2007), todavia podem ocorrer de três a quatro floradas por ano, com maior emissão de flores no período de agosto a outubro (Ferrão et al., 2007b). Entretanto, o número de florações depende da variabilidade genética e das condições climáticas. Podem-se uniformizar as floradas pelo uso de reguladores vegetais, por meio de cultivares obtida mediante melhoramento genético (Rena e Maestri, 1985) e ainda, pelo manejo da cultura, por exemplo, pelo uso da irrigação, como tem sido estudada com a finalidade de uniformizar o florescimento (Chaves Filho e Oliveira, 2008).

É válido, também, ressaltar sobre as inflorescências que elas são formadas a partir de gemas seriadas, cada gema dando origem a um glomérulo, aleatoriamente distribuídos nas axilas das folhas de ramos. No cafeeiro conilon são formados 3,3 glomérulos por axila, com 3,4 flores por glomérulo, resultando em 24 frutos por roseta, mas observou-se grande variação entre clones (Silveira e Carvalho, 1996).

Marcolan et al. (2009) descreveram a cronosequência da bianualidade das fenofases vegetativas e reprodutivas das variedades “conilon” e “robusta”, para as condições de Rondônia, onde, no primeiro ano fenológico, são formados os ramos vegetativos com gemas axilares nos nós, que depois são induzidos a se transformarem em gemas reprodutivas. Essas gemas florais amadurecem, entram em dormência e se tornam aptas para a antese, que ocorre, principalmente, em virtude da precipitação ou da irrigação abundante.

No segundo ano fenológico, o período reprodutivo tem início com o florescimento pleno e na sequência ocorre a formação dos frutos novos (“chumbinhos”), o seu crescimento e desenvolvimento, finalizando com a maturação fisiológica completa (“ponto de cereja”) dos grãos de café. E ao final do

segundo ano fenológico, geralmente, no período de maio a julho, ocorre a senescência (seca e morte fisiológica) dos ramos produtivos não primários, limitando o crescimento do cafeeiro (Marcolan et al., 2009).

Rena e Barros (2004), trabalhando com café arábica, dividiram essa sequência de eventos morfológicos e fisiológicos em quatro fases: (i) iniciação, (ii) diferenciação, (iii) dormência do botão floral, (iv) abertura da flor ou florada. A transição entre as fases é geralmente gradual e imperceptível, sobretudo nas fases iniciais.

A indução floral se entende como sendo a passagem da planta do estado vegetativo, para o estado reprodutivo. As mudanças morfo-anatômica que ocorrem nos meristemas vegetativos até se transformarem em botões florais, são chamadas de evocação floral ou diferenciação floral (Chaves Filho, 2007). Depois de diferenciadas, intensifica-se o crescimento das gemas florais que, depois de completarem o desenvolvimento, entram em dormência. A última fase é caracterizada pelo rápido crescimento dos botões florais culminando com a abertura das flores (Chaves Filho, 2007). Quanto maior for o déficit hídrico durante o período de repouso fisiológico das gemas florais, mais concentrado e uniforme será o florescimento principal do conilon (Marcolan et al., 2009).

As floradas ocorrem após uma chuva e/ou irrigação e, aumento de temperatura, nas primeiras horas da manhã, com a deiscência das anteras ocorrendo algumas horas depois, dependendo da temperatura e da insolação (Ferrão et al., 2007a).

Tendo ou não folhas nas plantas, as floradas ocorrem todos os anos em determinado período. Se o cafeeiro está com enfolhamento normal no período das floradas, após a queda das flores, haverá vingamento normal de frutos, pois a manutenção da área foliar sadia proporciona maiores taxas de fotossíntese da planta inteira (Silva et al., 2001).

Os florescimentos principais do conilon ocorrem de setembro a outubro e como as flores são autoincompatíveis, a polinização ocorre através de polinização e fertilização cruzada, sendo que o vento e os insetos são os principais agentes da polinização (Fasuoli et al., 2009). Em casos de muitos frutos por rosetas é normal a queda de parte desses frutos ainda jovens por desprendimento mecânico por “disputa” de espaço físico (Rena e Barros, 2004).

Assim, pode-se dizer que o melhoramento genético é o melhor caminho para se obter algum tipo de controle sobre o florescimento do cafeeiro, uma vez que os nós e as gemas seriadas de cada nó são, temporal e fisiologicamente, hierarquizados dentro de um dado ramo plagiotrópico, e com amplo controle genético nos cultivares hoje conhecidos, o que faz com que o controle das florações em condições naturais seja muito difícil, senão impossível.

2.10 CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS E ANÁLISE DE TRILHA

Uma das formas de se expressar a eficiência de um programa de melhoramento genético é o ganho genético obtido por unidade de tempo (Teixeira, 2011). Em pesquisas envolvendo plantas perenes como o cafeeiro, é extenso o tempo necessário para a confirmação inequívoca dos resultados, o que demanda dos programas de melhoramento grandes volumes de recursos físicos, financeiros e humanos (Bonomo, 2004), passando a ser vantajoso praticar a seleção de genótipos de forma indireta e/ou antecipada, visando-se reduzir ao máximo o intervalo de tempo entre ciclos seletivos (Teixeira et al., 2012).

Na seleção indireta, são escolhidos para avaliação caracteres de fácil mensuração e que sejam possuidores de correlação com outros, cuja avaliação é mais onerosa ou demanda mais tempo para a pesquisa, podendo assim, obter-se um maior progresso genético (Ivoglio, 2007).

A produtividade é a principal característica usada na seleção de novas variedades e/ou linhagens de cafeeiros (Teixeira et al., 2012). A identificação, quantificação e manipulação pelos métodos estatísticos adequados de características vegetativas e produtivas, que interferem direta ou indiretamente na produtividade do cafeeiro, ajudam na eleição das plantas com maior potencial produtivo, de forma antecipada e com maior grau de segurança (Ferrão et al., 2007b), e para Cruz et al (2004a), é possível realizar a quantificação da magnitude e direção das influências de fatores entre duas variáveis através da análise do coeficiente de correlação. Essa ferramenta proporciona aos melhoristas uma melhor orientação na escolha dos principais componentes a serem utilizados no momento da seleção.

Além disso, a análise das correlações pode ser utilizada visando à diminuição do número de características a serem usadas em estudos, como nos de divergência genética, eliminando-se as redundantes e/ou que estejam

associadas com outras de mais fácil mensuração, ou que demandam menor custo ou tempo de avaliação (Cruz et al., 2004a). Também pode ser útil para a detecção de associações desfavoráveis de características, permitindo ao melhorista, optar por métodos de seleção mais adequados (Ferrão et al., 2007b).

A correlação que pode ser diretamente mensurada a partir de medidas de dois caracteres, em certo número de indivíduos da população, é a fenotípica. No entanto, as correlações fenotípicas podem resultar de causas genéticas (herdável) ou ambientais (adaptação), sendo que as genéticas são as de real interesse em programas de melhoramentos (Ivoglio, 2007).

A herdabilidade indica a confiabilidade com que o valor fenotípico representa o valor genotípico, e com sua estimativa, determina-se a proporção do ganho obtido com a seleção (Ivoglio, 2007). Ferrão (2004) e Fonseca (1999) estudaram diversas características de clones de café conilon e observaram que as magnitudes das correlações genotípicas tenderam a superar as variações fenotípicas, mostrando que os fatores genéticos tiveram maior influência que os ambientais, nesses estudos.

Na escolha dos principais componentes a serem utilizados no momento da seleção indireta, é importante identificar dentre as características de alta correlação com a variável básica, aquelas de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada seja eficiente (Severino et al., 2002; Cruz et al., 2004b). Portanto, o coeficiente de correlação é uma medida linear da relação entre duas variáveis, ou, ainda, mede a intensidade de associação que indica a mudança em uma variável sempre que existir mudança constante em outra variável (Ivoglio, 2007). As correlações podem ser positivas, quando os genes aumentarem o valor fenotípico de duas características, ou negativas, quando aumentam de uma e reduzem da outra (Fonseca, 1999).

Os valores das correlações entre caracteres, estão situados entre -1 e +1, entretanto, coeficientes de correlação genética maiores que o valor absoluto 1 (um) podem ocorrer em consequência de problemas ligados à distribuição das variáveis, ou mesmo, do modelo utilizado na estimação das variâncias e das covariâncias, que determinam a correlação (Cruz et al., 2004b).

As correlações genotípicas apenas informam sobre a associação entre caracteres (Sobreira et al., 2009), não determinando a importância dos efeitos

diretos e indiretos dos caracteres que a compõem (Teixeira et al., 2012). A interpretação de forma direta das magnitudes das correlações pode resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois uma alta correlação entre dois caracteres pode ser resultado do efeito de um terceiro caráter, ou de um grupo de caracteres, sobre eles (Wright, 1921). Além disso, quando caracteres primários apresentam baixa herdabilidade, existe necessidade do conhecimento das influências dos componentes secundários, sobre os componentes primários e destes, sobre a produtividade (Vieira et al., 2007).

Estudos sobre o desdobramento do coeficiente de correlação podem ser feitos pela análise de trilha, que consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, nas quais as variáveis são previamente padronizadas (Ivoglio, 2007). Essa metodologia chama-se de “*path analysis*” ou análise de trilha e foi proposta por Wright (1921) a qual permite, por meio da padronização das variáveis e equações de regressão, desdobrar as correlações genotípicas em efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre uma característica principal, fornecendo uma medida da influência de cada causa e seu efeito.

Apesar de a correlação ser uma característica intrínseca a dois caracteres em dada condição experimental, sua decomposição depende do conjunto de caracteres estudados, normalmente avaliados previamente pelo pesquisador por suas importâncias e possíveis interrelações expressas em “diagramas de trilha” (Cruz et al., 2004b).

Um dos sérios problemas que têm passado despercebido em diversos tipos de análises de dados, como análises de trilha, é a possibilidade da existência de multicolinearidade entre os caracteres estudados (Teixeira et al., 2011). Quando no processo seletivo é considerado um grande número de características, algumas das variáveis independentes analisadas podem estar com certo grau de inter-relação, caracterizando a existência de multicolinearidade (Ferreira et al., 2005).

Os efeitos danosos da multicolinearidade não são ocasionados simplesmente pela sua presença, mas, pelo grau com que ela se manifesta (Vieira et al., 2007). Entre os efeitos de uma elevada multicolinearidade, podem ser citadas as estimativas instáveis do coeficiente de regressão e uma superestimativa dos efeitos diretos das variáveis explicativas sobre a principal, os quais podem levar a resultados equivocados (Cruz et al., 2004b).

A análise de trilha tem sido amplamente utilizada no melhoramento de diversas culturas como os nos trabalhos de Vieira et al. (2007) e Sobreira et al. (2009). Poucos foram os trabalhos desta natureza com a cultura de *Coffea arabica* e raros são os trabalhos envolvendo a espécie *Coffea canephora*, variedade conilon.

Severino et al. (2002), concluíram que o vigor vegetativo e a seca de ponteiros são bons critérios de avaliação do potencial produtivo de grãos em café Catimor. Freitas et al. (2007) constataram que existem possibilidades de sucesso na seleção juvenil, aos 12 meses, para a estimação indireta da produtividade do cafeeiro, baseada em determinismo genético para altura das plantas, comprimento de ramos plagiotrópicos e diâmetro do caule. Detectaram ainda correlação negativa entre crescimento e número de ramos plagiotrópicos, mas observaram que o comprimento de ramos plagiotrópicos apresentou correlação genética positiva e significativa com número de internódios dos ramos plagiotrópicos.

Martinez et al. (2007), relatam que durante a análise de trilha com cafeeiro arábica, todos os modelos que continham a variável altura de planta apresentaram coeficiente de determinação superior a 0,98, uma vez que essa variável sozinha explicou cerca de 0,95 da variação da produtividade.

Em cafeeiros arábicas também foram encontradas correlação positiva entre a produtividade inicial do cafeeiro e as características diâmetro de caule, número e comprimento dos ramos plagiotrópicos, altura de plantas e número de nós, e não houve, em relação ao número de nós (Carvalho et al., 2010).

Segundo Teixeira et al. (2012), o comprimento do primeiro ramo plagiotrópico e o vigor vegetativo, aos 12 meses de idade, podem ser utilizados efetivamente na seleção precoce quanto à produção de grãos, em café arábica.

Em cafeeiros robustas, as características fenotípicas que mais se relacionam com a produtividade são altura da planta, diâmetro da copa, número e o comprimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, o número de nós, o comprimento dos entrenós e a capacidade de emissão de ramos novos. Já os componentes reprodutivos que interferem na produção da planta são número de rosetas, número de flores por rosetas, porcentagem de flores fecundadas, número de frutos por nó, porcentagem de chochamento de grãos, porcentagem de grãos moca, tamanho, tipo e densidade dos grãos, dentre outros (Ferrão et al., 2007b). A

obtenção destas informações torna-se interessante por possibilitar a diminuição do tempo demandada para a pesquisa, podendo assim, obter-se um maior progresso genético.

3. TRABALHOS

3.1 DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE CLONES DE CAFÉ CONILON

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de *Coffea canephora* pertencentes ao programa de melhoramento do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) e avaliar sua diversidade genética, visando futuras estratégias de melhoramento. Inicialmente, de um grupo de 55 genótipos foram selecionados 18 oriundos da região de Castelo-ES, três pertencentes a cultivar “Vitória” e a cultivar “robusta tropical”. Após a realização da poda programada de ciclo (PPC), mensuraram-se 17 características morfoagronômicas nos 22 genótipos selecionados. O método dos componentes principais foi utilizado para avaliar as contribuições relativas às características. A matriz de dissimilaridade genética foi obtida por meio da distância generalizada de Mahalanobis e o agrupamento dos genótipos foi realizado pelo método hierárquico baseado na média das distâncias (UPGMA). Os clones mais promissores da Avaliação Castelo foram: AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46. Os métodos empregados detectaram ampla variabilidade genética separando por similaridade, cinco grupos de genótipos. A característica que menos contribuiu para a divergência genética foi o número de folhas em ramos plagiotrópicos (NFP), no entanto, não foi

eliminada, pois, seu descarte, resultou em alterações dos grupos. Existem genótipos superiores com potencial para uso nas próximas etapas do programa de melhoramento, visando tanto à composição de variedade clonal, como às hibridações.

ABSTRACT

This work aimed to select *Coffea canephora* genotypes which belong to the breeding program of the Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) and evaluate their genetic diversity, aiming future breeding strategies. Initially, from a group of 55 genotypes, 18 were selected from Castelo-ES, three belonging to cultivate "Vitória" and cultivate "robusta tropical." After the programmed cycle pruning (PCC), 17 morphoagronomic traits were measured in 22 genotypes. The method of principal components was used to evaluate the relative contributions of features. The genetic dissimilarity matrix was obtained by Mahalanobis generalized distance and genotypes clustering was performed by hierarchical method based on the average distances (UPGMA). The most promising clones of the Castelo Evaluation were: CE02, CE03, CE12, CE13, CE22, CE24, CE26, CE27, CE28, CE29, CE30, CE35, CE36, CE37, CE39, CE40, CE43 and CE46. The methods that were employed detected large genetic variability, separating, by similarity, five genotype groups. The feature that contributed to the least genetic divergence is the number of sheets in plagiotropic branches (NSP), however, has not been eliminated because its disposal, resulted in changes of the groups. There are superior genotypes with potential for use in the next stages of the breeding program, aiming at the clonal composition range and the hybridizations.

INTRODUÇÃO

O agronegócio café é importante, tanto social quanto economicamente, por ser o cultivo do cafeeiro realizado em mais de 60 países, predominantemente, menos desenvolvidos ou em desenvolvimento, e de seus derivados serem consumidos, prioritariamente, em países ricos e desenvolvidos (Cecon et al., 2008). No Brasil é considerada a primeira atividade mercantil não colonial e ainda é destaque na economia nacional, rendendo 5,721 bilhões de dólares para a balança comercial no ano de 2012 (MDIC/SECEX, 2012).

O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor brasileiro de café e o maior produtor nacional do “conilon”, com 305,6 mil hectares plantados (CONAB, 2013). Para o Estado, a cafeicultura representa a atividade agropecuária mais importante, gerando empregos, riquezas e contribuindo para a manutenção do homem no meio rural (Rodrigues et al., 2012). A produção de café conilon na safra de 2012 foi de 9.713 mil sacas, 14,35% maior que a anterior, acréscimo esse devido, sobretudo, à renovação e revigoramento do parque cafeeiro capixaba, utilizando-se de novas bases tecnológicas (CONAB, 2013).

Grande parte do sucesso da cafeicultura brasileira deve-se ao melhoramento genético (Ivoglio, 2008; Melo e Souza, 2010) e este, em se tratando de espécies perenes como o café, é dependente, entre outros aspectos, do conhecimento do germoplasma disponível, da variação biológica entre espécies no gênero e entre populações dentro de espécies, e da variação entre indivíduos (Costa et al., 2005), o que torna evidente a necessidade de estudos dessa divergência genética.

Na busca por cultivares superiores, a utilização da variabilidade genética nos cruzamentos de grupos geneticamente divergentes representa uma importante estratégia para obtenção de ganhos de seleção. A importância da diversidade genética para o melhoramento reside no fato de fornecer parâmetros para a identificação de genótipos superiores, uma vez que a escolha de genitores para formação de populações segregantes é uma das principais decisões que o melhorista precisa tomar (Bertan et al., 2006).

Para Fonseca et al (2006) e Moreira et al (2009), a utilização de técnicas multivariadas é uma opção para esta finalidade, em que permite múltiplas combinações de informações dentro da unidade experimental. Sendo assim,

várias técnicas multivariadas podem ser utilizadas na predição da diversidade genética, dentre as quais estão às medidas de dissimilaridade envolvendo a distância generalizada de Mahalanobis, os métodos hierárquicos de agrupamento, como UPGMA, além de técnicas de dispersão gráfica envolvendo análises por componentes principais (Cecon et al., 2008). A escolha do método a ser utilizado baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, bem como na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos (Fonseca et al., 2006; Bezerra Neto et al., 2010).

A existência de variabilidade genética entre os genótipos de *C. canephora* tem sido relatados com frequência (Fonseca, 1999; Bragança et al., 2001; Ferrão, 2004; Mistro et al., 2004; Ferreira et al., 2005; Souza, 2005; Fonseca et al., 2006; Cecon et al., 2008; Ferrão et al., 2008; Ivoglo et al. 2008, Rodrigues et al., 2012). Entretanto, a grande maioria das informações biométricas utilizadas para a estimacão da divergência genética de cafeeiros foi mensurada em plantas conduzidas fora do regime de podas e desbrotas.

Podas e desbrotas já estão difundidas entre cafeicultores de conilon, sendo usadas rotineiramente como instrumentos de rejuvenescimento e manutenção da produtividade das lavouras e de incremento da rentabilidade do produtor (Pereira et al., 2007) e que na opção pela poda programada de ciclo (PPC), renova-se totalmente a parte aérea da lavoura a cada quatro ou cinco anos.

Diante dos contextos apresentados e da ausência de estudos de diversidade genética embasadas em análises multivariadas, envolvendo características mensuradas após o manejo de poda programada de ciclo, este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos promissores de *Coffea canephora* e avaliar sua diversidade genética, visando à composicão de variedades, futuras hibridações e recuperaçao de genótipos superiores em populaçoes segregantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em um ensaio de café na fazenda experimental “Bananal do Norte”, pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa e

Extensão Rural (Incaper), localizada no distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim, região sul do Estado do Espírito Santo. O experimento foi plantado em junho de 2005, delineado em blocos casualizados, com quatro repetições, contendo 55 tratamentos (genótipos de *C. canephora* var. Conilon). Os genótipos pertenciam ao programa de melhoramento do Incaper, sendo que 51 eram clones oriundos de seleção fenotípica de plantas matrizes de propriedades agrícolas da região de Castelo - ES (denominados de Avaliação Castelo - AC), três eram clones pertencentes a cultivar Incaper 8142 (conilon Vitória) e um genótipo era da cultivar de polinização aberta Emcaper 8151 (Robusta Tropical).

As parcelas eram compostas por uma linha de cinco plantas, no espaçamento 3,0 x 1,2 m e foi considerada como parcela útil a segunda e a quarta planta. Ao experimento foram oferecidos os tratos culturais conforme as recomendações preconizadas pelo Incaper para culturas comerciais, com o acréscimo da irrigação de suplementação.

Após a finalização da quarta colheita (setembro de 2010), o experimento foi submetido a poda programada de ciclo (PPC) com manutenção de duas das cinco hastes ortotrópicas existentes nas plantas, e destas, foram eliminados os ramos plagiotrópicos que haviam produzido grãos em mais de 50% de suas rosetas.

Com base nos critérios de vigor e tolerância à ferrugem, observados nos cinco primeiros anos de avaliações (2006, 2007, 2008, 2009 e 2010) e na produtividade, estabilidade de produção, uniformidade de maturação e tamanho do grão, referentes às quatro primeiras safras (2007, 2008, 2009 e 2010), foram selecionados do grupo Avaliação Castelo (AC), os 18 clones mais promissores, os quais foram avaliados durante o ano agrícola de 2010/2011, juntamente com os três clones pertencentes a cultivar conilon Vitória (12V - precoce, 02V - médio e 13V - tardio) e o genótipo da cultivar robusta tropical (RT), totalizando 22 genótipos estudados.

As características morfoagronômicas avaliadas foram: 1) número de ramos ortotrópicos lançados por planta (NRO), obtido pela contagem mensal e cumulativa dos novos ramos lançados (comprimento igual ou superior a 10 cm), sendo mantidos cinco novos ramos em cada planta, para darem origem a nova copa, e os demais, retirados; 2) matéria seca dos ramos ortotrópicos eliminados (MSO), obtida pela pesagem mensal e cumulativa, após secagem em estufa a

65°C, por 72 horas; 3) comprimento dos novos ramos ortotrópicos (CRO), obtido pela distância entre as inserções dos cinco novos ramos com os antigos e, seus meristemas apicais (cm); 4) diâmetro dos novos ramos ortotrópicos (DRO), com medição padronizada na região central do segundo entrenó de cada um dos cinco ramos (mm); 5) número de nós dos ramos ortotrópicos (NNO), determinado pela contagem direta em cada um dos cinco novos ramos; 6) comprimento médio dos entrenós ortotrópicos (CEO), obtido pela razão entre o comprimento dos novos ramos ortotrópicos (CRO) e o seu respectivo número de nós (NNO) (cm); 7) número de ramos plagiotrópicos lançamentos (NRP), obtido pela contagem direta em cada um dos cinco novos ramos ortotrópicos; 8) comprimento médio dos ramos plagiotrópicos (CRP), medidos em dois ramos selecionados por planta, um em cada lado da linha de plantio e obtido pela distância entre a inserção desses ramos no ramo ortotrópico e o seu meristema apical (cm); 9) número de nós plagiotrópicos (NNP), obtidos pela contagem direta nos ramos selecionados; 10) número de folhas lançadas nos ramos plagiotrópicos (NFP), obtido pela contagem mensal e cumulativa, nos ramos referidos no item oito; 11) comprimento dos entrenós plagiotrópicos (CEP), obtido pela razão entre o comprimento dos ramos (CRP) e número de nós (NNP) dos ramos plagiotrópicos selecionados (cm); 12) diâmetro maior da base da copa (DBC), medido no sentido transversal a linha de plantio, tendo como limites a projeção dos ramos de maior extensão (cm); 13) porcentagem de rosetas maduras nos ramos plagiotrópicos (RM), obtida pela razão entre o número de rosetas que lançaram flores e o número de nós plagiotrópicos (NNP), contadas diretamente nos ramos selecionados; 14) número de flores lançadas por rosetas (FL/RM), obtidos pela contagem direta e cumulativa, a cada florada, nos ramos selecionados; 15) número de frutos remanescentes por roseta (NF/RM), obtido pela contagem direta, 30 dias após a última florada, nos ramos selecionados; 16) porcentagem de vingamento de flores (VING), obtida pela razão entre o número de flores lançadas por rosetas (FL/RM) e número de frutos remanescentes por roseta (NF/RM); 17) número de frutos remanescentes por ramo (FR/RA), obtido pelo produto entre o número de frutos remanescentes por roseta (NF/RM) e o número de rosetas que lançaram flores por ramo.

As avaliações das características de crescimento foram realizadas mensalmente estendendo-se até setembro de 2011. Para efeito das análises,

foram utilizados os valores acumulados, nas características NRO, MSO, CRO, DRO, NNO, NRP, CRP, NNP, NFP e DBC e, os valores médios, nas características CEO e CEP. As avaliações das características produtivas RM e FL/RM, foram realizadas após cada grande florada (24/08, 07/09, 17/09, 05/10 e 29/10/2011) e nas análises foram usados os valores acumulados. Já as características NF/RM, VING e FR/RA, foram avaliadas 30 dias após a última grande florada (29/11/2011).

Utilizando o aplicativo computacional GENES (2006), foi realizada a análise de variância individual para as 17 características avaliadas e posteriormente foi empregado o teste Scott Knott (1%) para agrupamento das médias a fim de verificar a existência de variação entre os genótipos. Na etapa seguinte determinou-se a distância generalizada de Mahalanobis para obtenção da matriz de dissimilaridades genéticas e, em função da distância entre os indivíduos procedeu-se o agrupamento pelo método hierárquico de ligação média entre grupo (UPGMA). Verificou-se ainda, a importância relativa das características para discriminação da divergência genética através do método dos componentes principais, que serviu de base para o descarte ou não de variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseados nos critérios de vigor e tolerância à ferrugem, observados nos cinco primeiros anos de avaliações (2006, 2007, 2008, 2009 e 2010) (dados não publicados), e na produtividade, estabilidade de produção, uniformidade de maturação e tamanho do grão, referentes às quatro primeiras safras (2007, 2008, 2009 e 2010) (dados não publicados), foram selecionados, dentre os pertencentes do grupo Avaliação Castelo (AC), os clones: AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46, como sendo os mais promissores e indicados para a continuidade de pesquisas em melhoramento genético do conilon.

A análise de variância individual realizada para o grupo de 22 genótipos (18 do grupo Avaliação Castelo, três da cultivar Vitória e um da cultivar Robusta Tropical) demonstrou haver diferenças significativas a 1% de probabilidade, pelo

Tabela 1. Análise de variância, coeficientes de variação (CV), coeficiente de determinação genotípico (H^2) e médias de 17 características morfoagronômicas⁽¹⁾ avaliadas em 22 genótipos de *Coffea canephora* pertencentes ao programa de melhoramento genético do café conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - Incaper, cultivados na Estação Experimental de Bananal do Norte - EEEN, município de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

F.V.	GL	NRO	MSO	CRO	CRP	DBC	DRO	NNO	NRP	NNP	NFP	CEO	CEP	RM	FL/RM	FR/RM	VING	FR/RA
Quadrados médios																		
Blocos	3	67594.22	6616.65	384.85	12.92	215.82	2.54	16.02	48.46	2.59	11.92	0.87	0.62	42.18	16.56	14.04	55.15	241.63
Genótipo	21	127819.7**	11165.7**	552.6**	181.9**	718.9**	11.7**	13.3**	39.4**	4.1**	18.3**	2.1**	1.2**	51.9 ^{ns}	67.7**	59.0**	471.1**	3719.1**
Resíduos	63	8678.74	2487.94	85.81	41.63	105.27	2.21	4.40	9.52	0.92	5.35	0.47	0.20	39.91	12.76	9.46	82.43	815.79
CV(%)		22.82	28.07	8.12	11.48	6.92	7.53	8.87	10.21	8.99	10.92	14.04	8.53	8.47	16.63	21.58	13.82	25.87
H²(%)		93.21	77.71	84.47	77.12	85.35	81.24	67.12	75.86	78.03	70.88	77.87	83.87	23.20	81.16	83.98	82.50	78.06

⁽¹⁾ NRO: número de ramos ortotrópicos lançados por planta; MSO: matéria seca dos ramos ortotrópicos eliminados (g); CRO: comprimento dos novos ramos ortotrópicos (cm); CRP: comprimento dos ramos plagiótrpicos (cm); DBC: diâmetro maior da base da copa (cm); DRO: diâmetro dos novos ramos ortotrópicos (mm); NNO: número de nós dos ramos ortotrópicos; NRP: número de ramos plagiótrpicos lançados; NNP: número de nós plagiótrpicos; NFP: número de folhas lançadas nos ramos plagiótrpicos; CEO: comprimento dos entrenós ortotrópicos (cm); CEP: comprimento dos entrenós plagiótrpicos (cm); RM: porcentagem de rosetas maduras por ramo plagiótrpico (%); FL/RM: número de flores lançadas por rosetas maduras; FR/RM: número de frutos "vingados" por roseta madura; VING: vingamento de frutos (%); FR/RA: número de frutos remanescentes por ramo. ** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} não significativo pelo teste de F.

teste F, em 16 das 17 características mensuradas, exceção apenas para a porcentagem de rosetas maduras - RM (Tabela 1), demonstrando que existe variabilidade genética entre os genótipos pesquisados. Esses resultados são adequados e como estão associados a genótipos altamente produtivos (dados não publicados), fornecem indicativos favoráveis ao sucesso na seleção de clones superiores, com possibilidade de utilização em programas de melhoramento (Rodrigues et al., 2012).

Os coeficientes de variação experimental (CV_e) estiveram dentro da faixa de 6,92% a 28,07% (Tabela 1), considerada aceitável para a experimentação em culturas perenes como café (Ferrão et al., 2008). Segundo, os mesmos autores, valores mais elevados de CV_e podem ser observados em experimentos envolvendo materiais geneticamente diferentes, em função das respostas diferenciadas que possuem, quando submetidos aos estresses como altas temperaturas e secas, incidência de pragas, doenças, ventos e podas.

As características menos influenciadas pelo ambiente foram CRO, DBC, DRO, NNO, NNP, CEP e RM apresentando CV_e inferiores a 10%. Já as características que sofreram maior influência do ambiente foram NRO, MSO, FR/RM e NF/RA que ficaram entre 20 e 30%.

Os coeficientes de determinação genotípicos (H^2), estimados a partir das médias dos tratamentos, mantiveram-se numa faixa entre 67,12% e 93,21%, exceção novamente verificada na característica RM que apresentou H^2 igual a 23,21% (Tabela 1). Os elevados valores estimados para a grande maioria das características indicam que a variabilidade genética está predominando em relação à ambiental (Ferrão et al., 2008), que houve um bom controle do erro experimental (Ivoglio et al., 2008), além de mais um indicativo de que existem condições favoráveis à seleção e ao melhoramento para as características avaliadas.

No agrupamento das médias pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade (Tabela 2), verificou-se a formação de cinco grupos dissimilares de genótipos para as características NRO e CRO, três grupos para MSO, CRP, DRO, CEP, FL/RM, FR/RM e FR/RA, dois grupos para DBC, NNO, NNP, NRP, NFP, CEO e VING, e na característica RM todos os genótipos mostraram-se similares.

Nas características NRO e MSO, chamou a atenção o genótipo AC13, que produziu 948,38 novos ramos durante o período avaliado, “desperdiçando” 288,82 gramas de matéria seca com a sua eliminação. Em outro extremo está o genótipo

Tabela 2. Médias de 17 características morfoagronômicas⁽¹⁾ avaliadas em 22 genótipos de *Coffea canephora* (conilon).

CLONES	NRO	MSO	CRO	CRP	DBC	DRO	NNO	NRP	NNP	NFP	CEO	CEP	RM	FL/RM	FR/RM	VING	FR/RA
AC 02	368.2 c	175.8 b	117.4 b	51.50 b	136.25 b	20.21 a	24.30 a	32.95a	9.69 b	19.37 b	4.83b	5.34b	76.87 a	25.24 a	21.64 a	85.6 a	151.0 a
AC 03	235.6 d	163.9 b	121.3 b	64.19 a	161.87 a	20.57 a	25.0 a	27.30b	11.37 a	22.75 a	4.85 b	5.65 b	77.49 a	20.62 b	16.03 b	77.7 a	142.6 a
AC 12	249.8 d	165.6 b	104.7 c	55.81 a	143.75 b	21.30 a	22.5 b	30.12b	9.81 b	19.62 b	4.68 b	5.68 b	77.94 a	27.54 a	15.18 b	53.6 b	110.1 b
AC13	948.3 a	288.8 a	95.5 d	42.37 c	135.50 b	17.37 c	26.75 a	28.60b	9.25 b	18.31 b	3.57 b	4.60 c	67.53 a	18.86 b	13.82 c	71.3 a	92.6 b
AC 22	379.8 c	166.7 b	133.7 a	62.06 a	163.50 a	20.60 a	24.62 a	33.02a	10.75 a	21.37 a	5.44 a	5.82 a	74.72 a	24.28 a	12.91 c	52.4 b	102.8 b
AC 24	404.1 c	236.3 a	109.1 c	54.19 a	139.00 b	19.24 b	21.82 b	28.42b	9.81 b	19.69 b	4.99 b	5.54 b	78.82 a	27.57 a	19.51 a	69.6 a	146.1 a
AC 26	511.8 c	163.5 b	116.5 b	56.31 a	149.87 b	21.58 a	26.22 a	34.95a	11.62 a	23.19 a	4.44 b	4.90 c	77.03 a	19.88 b	16.20 b	81.7 a	139.2 a
AC 27	376.8 c	153.1 b	123.1 b	61.25 a	163.87 a	20.82 a	20.72 b	24.87b	10.37 b	18.37 b	6.66 a	5.87 a	73.25 a	21.21 b	11.82 c	56.3 b	76.7 c
AC 28	256.3 d	133.8 c	128.3 a	60.31a	166.25 a	20.27 a	23.22 b	28.87b	10.06 b	20.12 b	5.54 a	6.00 a	78.54 a	25.47 a	19.35 a	75.3 a	150.5 a
AC 29	455.0 c	190.5 b	128.2 a	65.75 a	164.87 a	23.58 a	23.20 b	36.85a	12.12 a	24.19 a	5.53 a	5.43 b	75.01 a	23.16 a	15.20 b	65.5 b	132.8 a
AC 30	727.2 b	226.7 a	104.7 c	48.81b	131.75 b	16.93 c	26.15 a	30.45b	11.87 a	23.56 a	4.01 b	4.11 c	72.62 a	18.67 b	10.74 c	58.0 b	91.1 b
AC 35	322.1 d	180.9 b	107.9 c	51.50 b	140.87 b	19.17 b	22.55 b	26.12b	9.25 b	18.19 b	4.80 b	5.56 b	78.11 a	27.01 a	14.00 c	50.9 b	98.3 b
AC 36	141.6 d	68.6 c	118.6 b	55.69 a	138.12 b	17.90 c	20.65 b	28.00b	10.69 a	21.19 a	5.74 a	5.19 b	70.87 a	20.85 b	13.78 c	65.2 b	101.1 b
AC 37	392.0 c	165.3 b	107.6 c	59.06 a	146.87 b	18.94 b	25.07 a	28.55b	11.19 a	22.19 a	4.29 b	5.30 b	73.50 a	21.21 b	12.32 c	56.6 b	103.8 b
AC 39	607.7 b	273.0 a	114.9 b	62.44 a	169.37 a	21.34 a	25.22 a	34.57a	12.87 a	25.75 a	4.56 b	4.86 c	74.06 a	15.61 c	10.80 c	69.2 a	100.3 b
AC 40	376.1 c	175.8 b	106.3 c	56.25 a	140.62 b	19.10 b	23.62 a	28.02b	11.19 a	22.12 a	4.53 b	5.05 c	72.49 a	19.94 b	11.88 c	59.8 b	95.1 b
AC 43	267.8 d	111.2 c	115.2 b	53.62 a	138.37 b	18.44 b	20.27 b	26.40b	10.00 b	20.00 b	5.73 a	5.36 b	75.22 a	26.78 a	21.49 a	79.7 a	148.4 a
AC 46	513.3 c	241.9 a	133.2 a	64.87 a	168.25 a	21.54 a	23.85 a	32.22a	10.06 b	20.19 b	5.58 a	6.45 a	73.65 a	16.46 c	9.91 c	57.1 b	72.7 c
12 V⁽²⁾	266.1 d	140.9 b	108.9 c	53.81 a	146.87 b	19.65 b	24.17 a	33.63a	11.81 a	23.56 a	4.52 b	4.59 c	74.70 a	23.57 a	15.11 b	63.2 b	132.0 a
02 V⁽³⁾	452.8 c	193.9 b	112.6 c	58.44 a	147.12 b	20.38 a	25.02 a	30.92b	11.00 a	21.94 a	4.53 b	5.29 b	80.53 a	19.38 b	15.60 b	79.5 a	132.9 a
13 V⁽⁴⁾	305.2 d	102.7 c	84.7 d	39.37 c	122.87 b	16.34 c	22.55 b	28.95b	9.12 b	18.19 b	3.75 b	4.32 c	66.20 a	14.65 c	9.33 c	66.1 b	52.0 c
RT⁽⁵⁾	419.2 c	189.3 b	115.4 b	58.75 a	144.12 b	19.24 b	22.42 b	30.67b	11.00 a	22.06 a	5.14 a	5.30 b	70.89 a	14.65 c	6.94 c	49.8 b	56.8 c

⁽¹⁾ NRO: número de ramos ortotrópicos lançados por planta; MSO: matéria seca dos ramos ortotrópicos eliminados (g); CRO: comprimento dos novos ramos ortotrópicos (cm); CRP: comprimento dos ramos plagiortrópicos (cm); DBC: diâmetro maior da base da copa (cm); DRO: diâmetro dos novos ramos ortotrópicos (mm); NNO: número de nós dos ramos ortotrópicos; NRP: número de ramos plagiortrópicos lançados; NNP: número de nós plagiortrópicos; NFP: número de folhas lançadas nos ramos plagiortrópicos; CEO: comprimento dos entrenós ortotrópicos (cm); CEP: comprimento dos entrenós plagiortrópicos (cm); RM: porcentagem de rosetas maduras por ramo plagiortrópico (%); FL/RM: número de flores lançadas por rosetas maduras; FR/RM: número de flores “vingadas” por roseta madura; VING: vingamento de flores (%); FR/RA: número de frutos remanescentes por ramo. ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Clones da cultivar Incaper 8142 - conilon Vitória. ⁽⁵⁾ cultivar de polinização aberta - Emcaper 8151 - robusta tropical. Os demais são clones elites oriundos de seleção fenotípica de plantas matrizes de propriedades agrícolas da região de Castelo-ES. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna pertencem a um mesmo grupo de similaridade pelo teste de Scott e Knott a 5% probabilidade.

AC36, que produziu “apenas” 141,62 ramos, “perdendo” 68,67 gramas de matéria seca. A emissão de ramos ortotrópicos é característica desejável em um genótipo sob o ponto de vista da necessidade da multiplicação por estaquia e da renovação da copa, porém, indesejável, sob a ótica da mão de obra necessária para sua retirada e do desperdício de energia para produzir matéria seca que será eliminada.

Em relação às características que definem o porte das plantas (CRO, DRO, CEO e NNO) destacaram-se como plantas altas os genótipos AC22, AC46, AC28 e AC29, e os genótipos AC13 e 13V como plantas de menor porte. Já em relação às características que definem a arquitetura das plantas (CRP, DBC, NRP, NNP, CEO e NFP), os clones AC03 e AC12 destacaram-se apresentando CRO intermediário e um dos maiores DBC. Geralmente, são selecionadas as plantas com características de porte mais baixo e arquitetura mais compacta, adequadas ao adensamento e com maior tolerância às principais doenças, às principais pragas, e à seca (Ferreira et al., 2005).

Ainda na Na Tabela 2, observa-se que na característica FL/RM, o genótipo de maior destaque foi o AC24, emitindo 27,57 flores por roseta, no entanto, 30 dias após a emissão das flores o genótipo que se destacou positivamente foi o AC02, permanecendo com 21,64 frutos por roseta, atingindo a maior taxa de vingamento (85,60%) resultando no maior número de frutos remanescentes por ramo (151,0). Já o aspecto negativo ficou por conta dos genótipos RT e 13V, sendo que o primeiro, além de produzir poucas flores por roseta (14,66), apresentou também a pior taxa de vingamento (49,82%) e o menor número de frutos por roseta (6,94), já o segundo produziu o menor número de flores por roseta (14,65) e o menor número de frutos remanescentes por ramo (52,0).

Chamou a atenção também, o fato de o teste Scott knott (1%) ter estabelecido dois grupos de genótipos para a característica de NNP e apenas um grupo para a RM (Tabela 2), sugerindo que ramos que possuem um menor NNP conseguem diferenciar uma maior porcentagem de rosetas (RM). Características arquitetônicas da planta são altamente hereditárias e algumas exibem fortes correlações genéticas com rendimento. Em particular, a proporção de frutificação dos nós plagiotrópicos contados a 15 cm a partir da região mais superior da planta mostrou ser um bom indicador de rendimento ao longo de dois ciclos de frutificação (Cilas et al., 2006).

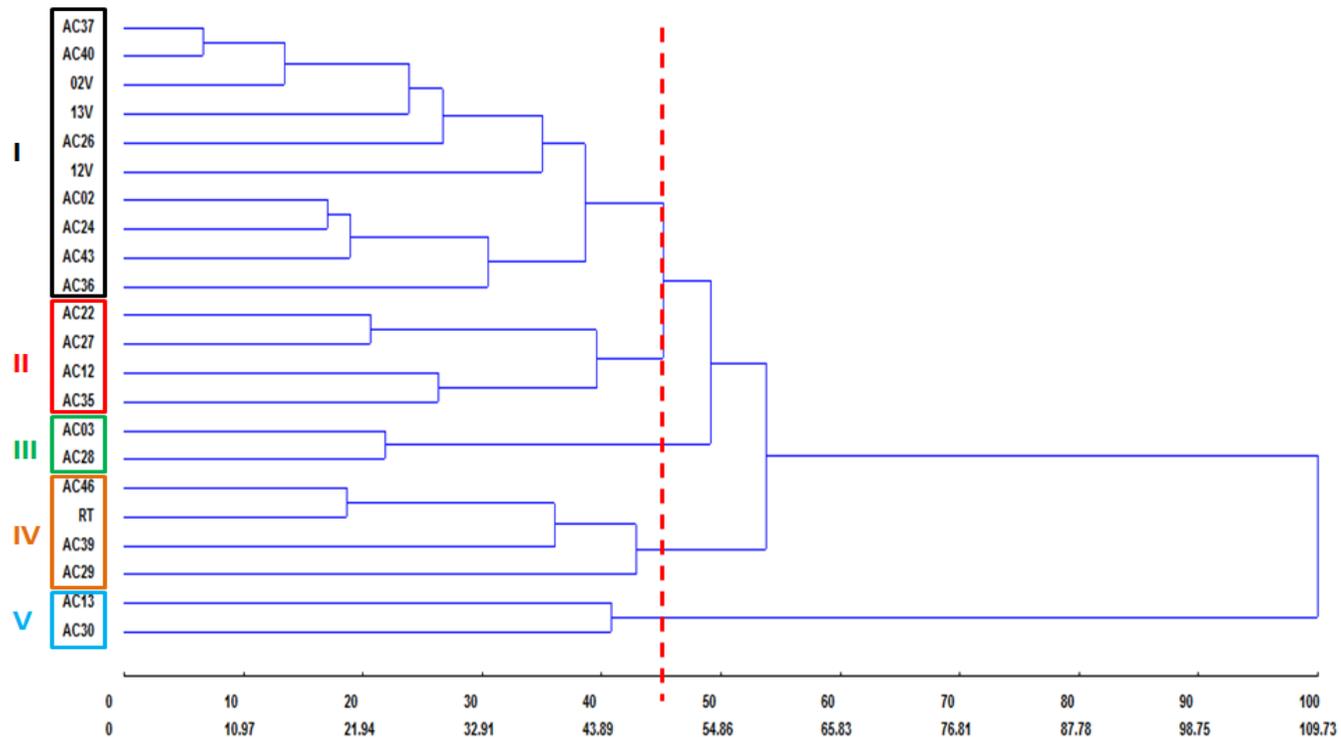
Ivoglo et al. (2008), recomendaram o descarte de algumas variáveis em estudos de divergência genética em café robusta, justificando que o descarte é possível, por não alterarem o agrupamento original das progênies e pelo fato de que possuem correlação genotípica elevada com outras características também avaliadas. O estudo da importância relativa das características para a diversidade genética, estimada pelo método dos componentes principais, resultou no seguinte ordenamento crescente: NFP - RM - VING - FR/RM - CRO - NRO - DBC - FL/RM - DBC - NNO - NNO - NNP - NRP - MSO - FR/RA - CEO - CRO. Apesar de NFP ser a característica de menor contribuição para a diversidade genética, sua eliminação ou de qualquer outra característica, não foi possível, uma vez que nos agrupamentos após os descartes, verificavam-se alterações do número de grupos.

O dendrograma obtido pelo método hierárquico das médias das distâncias (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean - UPGMA) (Figura 1) considerando-se o corte pelo método de Mojena (1977) a 45% do nível de fusão máxima verificou-se que os 22 genótipos foram separados em cinco grupos dissimilares: Grupo I: AC02, AC24, AC26, AC36, AC37, AC40, AC43, 02V, 12V e 13V; Grupo II: AC12, AC22, AC27 e AC35; Grupo III: AC03 e AC28; Grupo IV: AC29, AC39, AC46 e RT; Grupo V: AC13 e AC30.

Na matriz de dissimilaridade genética obtida por meio da distância generalizada de Mahalanobis, verificou-se que o par de genótipos mais dissimilar foi AC03 e AC13, cuja distância foi de 168,37 e estes, pelo método UPGMA foram alocados em grupos distintos, resultado pertinente devido ao fato de cruzamentos entre clones de grupos distintos serem indicativos de obtenção de maior heterose (Fonseca et al., 2006). Os genótipos mais similares foram AC37 e AC40, com distância de 7,32. O genótipo mais dissimilar de todos foi o AC03 ao apresentar a maior soma de distâncias entre os pares de distâncias, nos quais esse genótipo fazia parte e o genótipo AC40 foi o mais similar de todos, ao apresentar a menor soma de distâncias.

Os genótipos 02V, 12V e 13V, pertencentes a cultivar Incaper 8142 (conilon Vitória), fizeram parte de um mesmo grupo (I). Os genótipos da Avaliação Castelo que permaneceram nesse mesmo grupo (AC02, AC24, AC26, AC36, AC37, AC40, AC43), são biometricamente similares aos clones pesquisados da

Figura 1. Análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA de 22 genótipos de café conilon com base na matriz obtida pela distância generalizada de Mahalanobis.



02V, 12V e 13V = clones da cultivar Incaper 8142 - conilon Vitória; RT = cultivar de polinização aberta - Emcaper 8151 - robusta tropical; os demais (AC) são clones elites oriundos de seleção fenotípica de plantas matrizes de propriedades agrícolas da região de Castelo-ES. Considerando-se o corte pelo método de Mojena a 45% do nível de fusão máxima.

variedade Vitória, e os genótipos AC02, AC24 e AC43, obtiveram os melhores conceitos do grupo em relação às características produtivas pesquisadas (RM, FL/RM, FR/RM, VING e FR/RA).

Os genótipos do grupo II (AC12, AC22, AC27 e AC35), caracterizaram-se por apresentar um porte médio, com média emissão e vingamento de flores; os do grupo III (AC03 e AC28) por possuírem porte elevado e com alta emissão e vingamento de flores; os do grupo IV (AC29, AC39, AC46 e RT) pelo porte elevado e com baixa emissão e vingamento de flores, destacando-se o fato de que as plantas da Avaliação Castelo (clonais) apresentaram o mesmo porte elevado da cultivar de polinização aberta robusta tropical, a qual é multiplicada via semente; já os genótipos do grupo V (AC13 e AC30) são possuidores de porte baixo e apresentam como característica marcante, a emissão de muitos ramos ortotrópicos por planta.

Associando as produtividades de todo o experimento, nas quatro primeiras colheitas (dados não publicados) com as características de grupos acima relacionadas, destacam-se os clones AC02 e AC26, no grupo I (quinta e sexta maiores produtividades), o clone AC27, no grupo II (o mais produtivo de todo o experimento), o clone AC03, no grupo III (segundo mais produtivo), o clone AC29, no grupo IV (terceiro mais produtivo), e o clone AC13, no grupo V (décimo segundo em produção).

O isolamento dos genótipos AC13 e AC30 no último grupo comprovam que são grandes suas distâncias genéticas em relação aos demais e que podem ser indicados para integrar programas de cruzamentos dirigidos, com vistas à obtenção de novas cultivares de café robusta ou híbridos, aproveitando a característica de porte baixo, quando for de interesse do melhorista.

A opção do melhorista por um ou outro grupo de genótipos é dependente da característica e do objetivo da pesquisa, porém, dentre os possuidores da característica de interesse, devem ser eleitos os mais similares quando o objetivo for o lançamento de uma nova variedade e, os mais dissimilares quando o objetivo for a hibridação.

CONCLUSÕES

- 1) Com base na estabilidade de produção, uniformidade de maturação, tamanho do grão, vigor, tolerância à ferrugem e produtividade, os genótipos mais promissores dentro do grupo Avaliação Castelo foram: AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46.
- 2) Verificou-se a existência de genótipos divergentes, formando cinco grupos dissimilares.
- 3) A característica que menos contribuiu para a divergência genética foi o número de folhas em ramos plagiotrópicos (NFP), no entanto, não foi eliminada, pois, seu descarte resultou em alterações dos grupos.
- 4) Os genótipos avaliados apresentaram potencial para continuidade em programas de melhoramento genético, visando tanto à composição de variedade clonal, como hibridações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertan, I., Carvalho, F.I.F. de, Oliveira, A.C. de, Vieira, E.A., Hartwig, I., Silva, J.A.G. da, Shimidt, D.A.M., Valério, I.P., Busato, C.C., Ribeiro, G. (2006) Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12:279-286.
- Bezerra Neto, F.V.B., Leal, N.R., Gonçalves, L.S.A., Rêgo Filho, L. de M., Amaral Júnior, A.T. do. (2010) Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. *Revista Ciência Agronômica*. 41(02):294-299.

- Cecon, P.R., Silva, F.F.E, Ferreira, A., Ferrão, R.G., Carneiro, A.P.S., Detmann, E., Faria, P.N., Morais, T.S. da S. (2008) Análise de medidas repetidas na avaliação de clones de café 'Conilon'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:1171-1176.
- Cilas, C., Bar-Hen, A., Montagnon, C., Godin, C. (2006) Definition of architectural ideotypes for good yield capacity in *Coffea canephora*. *Annals of Botany*. 97:405-411.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2013) *Acompanhamento da Safra Brasileira – Café*, Safra 2013, primeira estimativa, janeiro/2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.
- Costa, R.B. da, Resende, M.D.V. de, Contini, A.Z., Rego, F.L.H., Roa, R.A.R., Martins, W.J. (2005) Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*. 15:371-376.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa GENES: estatística experimental e matrizes*. Viçosa, MG: UFV, 285 p.
- Ferrão, L.F.V; Caixeta, E.T.; Souza, F. de F.; Zambolim, E.M.; Cruz, C.D.; Zambolim, L.; Sakiyama, N.S. (2013) Comparative study of different molecular markers for classifying and establishing genetic relationships in *Coffea canephora*. *Plant Syst. Evol.* 299:225-238.
- Ferrão, R.G., Cruz, C.D., Ferreira, A., Cecon, P.R., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. da, Carneiro, P.C.S., Silva, M.F. da. (2008b) Parâmetros genéticos em café Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 43(1):61-69.
- Ferreira, A., Cecon, P.R., Cruz, C.D., Ferrão, R.G., Silva, M.F. da, Fonseca A.F.A. da, Ferrão, M.A.G. (2005) Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40(12):1189-1195.

- Fonseca A.F.A. da, Sedyama, T., Cruz, C.D., Sakaiyama, N.S, Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Bragança, S.M. (2006) Divergência genética em café conilon. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília. 41(4):599-605.
- Ivoglo, M.G., Fazuoli, L.C., Oliveira, A.C.B. de, Gallo, P.B., Mistro, J.C., Silvarolla, M.B., Toma-Braghini, M. (2008) Divergência genética entre progênies de cafés robustas. *Bragantia*, Campinas. 67(4):823-831.
- Melo, B. de, Sousa, L.B. de. (2010) Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. *Revista Verde*, Mossoró. 5(3):05-11.
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) – Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) (2012) *Balança Comercial Brasileira*. Disponível em: <http://www.camex.gov.br/portalmdic/sitio/interna/index.php?area=5>. Acesso em 15 de janeiro de 2013.
- Mojena, R. (1977) Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *The Computer Journal*. 20(4):359-363.
- Moreira, R.M.P., Ferreira, J.M., Takahashi, L.S.A., Vasconcelos, M.E.C., Geus, L.C., Botti, L. (2009) Potencial agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-de-vagem de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina 30(1):1051-1060.
- Pereira, S.P., Guimarães, R.J., Bartholo, G.F., Guimarães, P.T.G., Alves, J.D. (2007) Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas e conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciência Agrotécnica*, Lavras. 31(3):643-649.
- Rodrigues, W.N., Tomaz, M.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. da, Miranda, F.D. de. (2012) Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon. *Coffee Science*, Lavras. 7(2):177-186.

3.2 BIOMETRIA DO CRESCIMENTO DE CAFÉ CONILON APÓS A PODA PROGRAMADA DE CICLO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a biometria do crescimento dos novos ramos de 22 genótipos de *Coffea canephora* (conilon), pertencentes ao programa de melhoramento do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - Incaper, após serem submetidos à poda programada de ciclo, através da mensuração de 12 características morfoagronômicas, e estudar suas relações com os fatores climáticos: temperatura e precipitação. As taxas de crescimento vegetativo dos novos ramos variaram sazonalmente ao longo do período de avaliação, com taxas de crescimento mais elevadas em períodos chuvosos e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, e taxas de crescimento reduzidas no período seco e de temperaturas mais amenas. No período de crescimento ativo, as taxas obtidas após a PPC foram maiores que as relatadas para cafeeiros da mesma espécie quando submetidos a outros manejos de podas. O modelo logístico que melhor se ajustou para descrever o padrão de crescimento acumulado pelos novos ramos, após PPC, foi o sigmoidal para todas as características.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the biometric growth of new branches of 22 *Coffea canephora* genotypes (conilon), that belong to the breeding program of the Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - Incaper, after the programmed cycle pruning, through measurement of 12 morphoagronomic traits and study their relationships with climatic factors: temperature and precipitation. The rates of vegetative growth of new branches seasonally varied during the evaluation period, with higher growth rates during rainy periods and higher temperatures, but not extreme, and reduced growth rates in the dry and milder temperatures. During active growth, the rates obtained after the PCP were higher than those reported for coffee plants of the same species when subjected to other pruning managements. The logistic model that best fit to describe the pattern of growth, accumulated by new branches after PCP, was sigmoidal for all traits.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café, colhendo em 2012 sua maior safra, estimada em 50,826 milhões de sacas, numa área plantada de 2.329,4 mil hectares com as espécies, arábica e conilon. O Estado do Espírito Santo possui a segunda maior área plantada (491,5 mil hectares), quando considerada as duas espécies e a maior área plantada (305,6 mil hectares) e maior produção nacional (safra de 9,7 milhões de sacas em 2012) quando considerada apenas a segunda espécie conilon (Conab, 2012).

A cafeicultura e as atividades dela resultantes geram, nos variados setores, divisas e empregos de forma significativa, fixando o homem ao campo, promovendo melhor a interiorização e contribuindo para o desenvolvimento econômico e social nas propriedades, regiões e país (Efgem et al., 2008). A cafeicultura deve estar sendo constantemente “trabalhada” para permanecer em sintonia com as expectativas da cadeia produtiva, o que demanda esforços crescentes dos pesquisadores, principalmente, dos atuantes na área do melhoramento genético.

Uma lavoura de café para ser eficiente deve possuir uma arquitetura de copa favorável à maximização das trocas gasosas (DaMatta et al., 2007).

Estresses ambientais são frequentes em sistemas agrícolas e podem afetar o crescimento das plantas (Batista-Santos et al., 2011). É difícil de identificar o fator primário responsável pela alteração no crescimento, em função de existir uma vasta lista de fatores bióticos e abióticos possíveis, podendo atuar de forma direta ou indireta, e, geralmente, com atuação de forma conjunta (Ivoglio et al., 2008). Além disso, genótipos e as várias partes de uma mesma planta podem exibir respostas diferenciadas, crescendo em diferentes ritmos e em diferentes épocas do ano (Pereira et al., 2007).

Nas latitudes, onde está concentrada a cafeicultura brasileira, tem sido observado que o crescimento vegetativo de ramos do cafeeiro *C. arabica* ocorre de forma sazonal, coincidindo o máximo de crescimento com épocas chuvosas, quentes e dias longos, e o crescimento reduzido, com as épocas secas, frias e de fotoperíodos curtos (Barros et al., 1977). Essa sazonalidade de crescimento tem sido atribuída a diversos fatores, mas, o entendimento atual é de que estaria associada com as oscilações da temperatura mínima do ar, ocorrendo redução das taxas de crescimento quando as temperaturas de campo estiverem inferiores a 14°C (Amaral et al., 2006).

A sazonalidade é um fenômeno diferenciado por espécies e variedades, com quedas maiores nas taxas de crescimento em *C. canephora* variedade conilon, onde a redução das taxas de crescimento se inicia quando as temperaturas de campo estiverem inferiores a 17°C (Partelli et al., 2009), justificável pelo fato da evolução do café conilon ter ocorrido em condições ecológicas das terras baixas do continente Africano (Davis et al, 2006). A baixa temperatura positiva afeta vários componentes da máquina fotossintética, reduzindo a condutância estomática, fotossíntese líquida, eficiência fotoquímica do fotossistema II, transporte tilacoidal de elétrons e atividade enzimática, alterando ainda a composição e a estrutura dos complexos de pigmentos fotossintéticos (Partelli et al., 2010).

Em cafeeiros conilon ocorrem quedas nas taxas de crescimento com a idade (Bragança et al., 2010) e em função disso, podas e desbrotas são práticas rotineiras entre cafeicultores de conilon que as utilizam como instrumentos de rejuvenescimento e manutenção da produtividade das lavouras (Pereira et al., 2007). Atualmente tem-se como opção a poda programada de ciclo (PPC), em que se renova totalmente a parte aérea da lavoura a cada quatro ou cinco anos.

Paralelamente, as podas visam ainda a facilidades e a menores custos na execução dos tratamentos nas lavouras.

A compreensão do crescimento vegetativo é uma ferramenta importante, tanto na avaliação do estado fisiológico das plantas, como nas práticas de manejo da cultura. Para os ramos plagiotrópicos, por exemplo, diferentes idades não apresentam a mesma sensibilidade às baixas temperaturas positivas, podendo ocorrer taxas de crescimento diferentes no mesmo período do ano (Partelli et al., 2010).

Diante dos contextos apresentados e pelos poucos estudos do crescimento dos novos ramos do café conilon após a poda, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento do café conilon, avaliando-se 12 características em 22 genótipos de *Coffea canephora*, relacionando com as características climáticas: temperatura e precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em um ensaio de café na fazenda experimental “Bananal do Norte”, pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) localizada no distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim-ES. O experimento foi plantado em junho de 2005, no delineamento em blocos casualizados, com 55 tratamentos (genótipos de *C. canephora* var. Conilon, pertencentes ao programa de melhoramento do Incaper - ES) e quatro repetições. Cada parcela foi composta por uma linha de cinco plantas, no espaçamento 3,0 x 1,2 m, sendo considerada como parcela útil à segunda e à quarta planta. As tecnologias utilizadas foram as mesmas preconizadas pelo Incaper para culturas comerciais, com o acréscimo da irrigação de suplementação.

Foram estudados 51 genótipos clonais oriundos de seleção fenotípica de plantas matrizes de propriedades agrícolas da região de Castelo - ES (denominado de Avaliação Castelo - AC); 3 genótipos clonais pertencentes a cultivar Incaper 8142 (conilon Vitória) e a cultivar de polinização aberta Emcaper 8151 (Robusta Tropical), todos pertencentes ao programa de melhoramento do Incaper, ES.

Após a finalização da quarta colheita (setembro de 2010), todas as plantas receberam a poda programada de ciclo (PPC) com manutenção de duas das cinco hastes ortotrópicas que as plantas possuíam, e nestas, foram eliminados os ramos plagiotrópicos que haviam produzido grãos em mais de 50% de suas rosetas.

Com base nos critérios de vigor e tolerância à ferrugem, observados nos cinco primeiros anos de avaliações (2006, 2007, 2008, 2009 e 2010), e na produtividade, estabilidade de produção, uniformidade de maturação e tamanho do grão, referentes às quatro primeiras safras (2007, 2008, 2009 e 2010), foram selecionados do grupo Avaliação Castelo, os 18 clones mais promissores, os quais foram avaliados durante o ano agrícola de 2010/2011, juntamente com os três clones pertencentes a cultivar conilon Vitória (12V - precoce, 02V - médio e 13V - tardio) e o genótipo da cultivar robusta tropical (RT), totalizando 22 genótipos estudados.

Após verificação das avaliações realizadas nos anos 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010 (quatro safras), referentes aos critérios de produtividade, estabilidade de produção, uniformidade de maturação, tamanho do grão, vigor e tolerância à ferrugem, foram selecionados do experimento original, 22 genótipos para o estudo do crescimento: os 18 clones mais promissores pertencentes ao grupo Avaliação Castelo (AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46), além dos 3 clones pertencentes a cultivar conilon Vitória (12V - precoce, 02V - médio e 13V - tardio) e a cultivar robusta tropical (RT).

Nos ramos emitidos após a PPC, avaliaram-se, durante o ano agrícola de 2010/2011, as seguintes características: 1) ramos ortotrópicos lançados por planta (ROL), obtido pela contagem direta dos novos ramos com comprimento igual ou superior a 10 cm. Foram mantidos cinco novos ramos em cada planta, para darem origem a nova copa e os demais foram destacados da planta; 2) matéria seca dos ramos ortotrópicos eliminados (MSO), obtido pela pesagem após secagem em estufa 65°C, por 72 horas; 3) comprimento dos novos ramos ortotrópicos (CRO), obtido pela distância entre as inserções dos cinco novos ramos com os antigos e, seus meristemas apicais (cm); 4) diâmetro dos novos ramos ortotrópicos (DRO), com medição padronizada na região central do segundo entrenó de cada um dos cinco ramos (mm); 5) número de nós ortotrópicos (NNO), determinado pela

contagem direta em cada um dos cinco ramos; 6) ramos plagiotrópicos lançados (RPL), obtidos pela contagem direta em cada um dos cinco novos ramos ortotrópicos; 7) comprimento dos ramos plagiotrópicos (CRP), medidos em dois ramos selecionados por planta, um em cada lado da linha de plantio e obtido pela distância entre a inserção desses ramos no ramo ortotrópico e o seu meristema apical (cm); 8) número de nós plagiotrópicos (NNP), obtidos pela contagem direta nos ramos selecionados; 9) número de folhas lançadas nos ramos plagiotrópicos (NFL), obtidos diretamente nos ramos selecionados e referidos no item 7; 10) diâmetro maior da base da copa (DBC), medido no sentido transversal a linha de plantio, tendo como limites, a projeção dos ramos de maior extensão (cm); 11) comprimento dos entrenós ortotrópicos (CEO), obtido pela razão entre o crescimento mensal de cada ramo ortotrópico e o número de nós lançados no mês (NNO) (cm); 12) comprimento dos entrenós plagiotrópicos (CEP), obtido pela razão entre o crescimento mensal dos ramos plagiotrópicos e o número de nós lançados no mês (NNP) dos dois ramos selecionados (cm).

Em todas as características avaliadas, foram determinadas as taxas de crescimento mensais, obtida pela diferença entre o observado no mês atual e anterior, dividida pelo número de dias entre avaliações. Nas características ROL, MSO, CRO, DRO, NNO, RPL, CRP, NNP, NFL e DBC, também foram determinados o crescimento acumulado, obtido pela diferença entre o observado no mês atual e o início do experimento.

As irrigações de suplementação foram realizadas por aspersão, aplicando-se uma lâmina de 25 mm por irrigação, duas, no ano de 2010 (20/09 e 13/10) e cinco, no ano de 2011 (08/02; 03/06; 29/08; 30/08 e 06/09). As precipitações foram obtidas por meio de um pluviômetro instalado na área experimental e as temperaturas pela leitura em um termômetro digital marca E 7427 (CALARM).

Utilizando o aplicativo computacional "R" (R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística) (2012), foi realizada a análise de variância ($P \geq 0,01$) com as médias mensais do crescimento acumulado, nas 10 características, durante o ano. Para a realização desta análise, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, com os genótipos na parcela e as épocas de avaliação na subparcela. Em seguida, foram realizadas análises de regressão por características, para o genótipo de pior e o melhor desempenho e, ainda, para a média acumulada geral dos 22 genótipos (MGA).

Com as taxas de crescimento diário, foi calculada a média geral dos 22 genótipos (MGT_x), por característica, por época avaliada, e os valores obtidos foram utilizados para a apresentação gráfica da evolução das taxas de crescimento de cada característica em relação às épocas de avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão de novos ramos nas plantas submetidas à PPC ocorreu de forma acelerada e já tornou possível a primeira avaliação aos 30 dias após a poda (29/10/2010). Segundo Amaral et al. (2007); Libardi et al. (1998), o mês de setembro é a época em que o cafeeiro conilon retoma naturalmente seu crescimento na região Sul do Estado do Espírito Santo. A quebra da dominância apical e a alteração da relação fonte dreno em função da poda, a elevação das temperaturas mínimas do ar no final de setembro, o fornecimento da irrigação de suplementação em 20/09 e o retorno do período chuvoso em 28/09, dentre outros, contribuíram para esse efeito.

As apresentações gráficas dos crescimentos mensais acumulados no período de 20/09/2010 até 20/09/2011, pelo conjunto dos 22 genótipos de café conilon, nas características ROL, MSO, CRO, DRO, NNO, RPL, CRP, NNP, NFL e DBC estão apresentados nas Figuras de 1A até 1J, respectivamente. Pode-se observar que os modelos logísticos descrevendo um padrão sigmoidal, foram os que melhor se ajustaram, em todas as características, para representar a forma de crescimento após a PPC.

Observa-se que o padrão obtido foi idêntico ao descrito por Bragança et al. (2010), que mediram o crescimento do cafeeiro conilon até o sexto ano de idade. Os autores justificaram que plantas lenhosas como o cafeeiro deveriam apresentar acumulação inicial de peso de massa seca de órgãos e/ou tecidos característico de modelo linear de crescimento, contudo, ao longo do seu crescimento, mecanismos internos de controle modificam essa relação e a forma mais adequada de descrevê-lo passa a ser uma curva sigmoidal.

Ao final do período avaliado o genótipo que lançou o menor número de ramos ortotrópicos (ROL) foi o AC-36 (136,58). O material genético com mais ROL foi o AC-13 (905,10). A média de lançamentos foi de 389,58 novos ramos

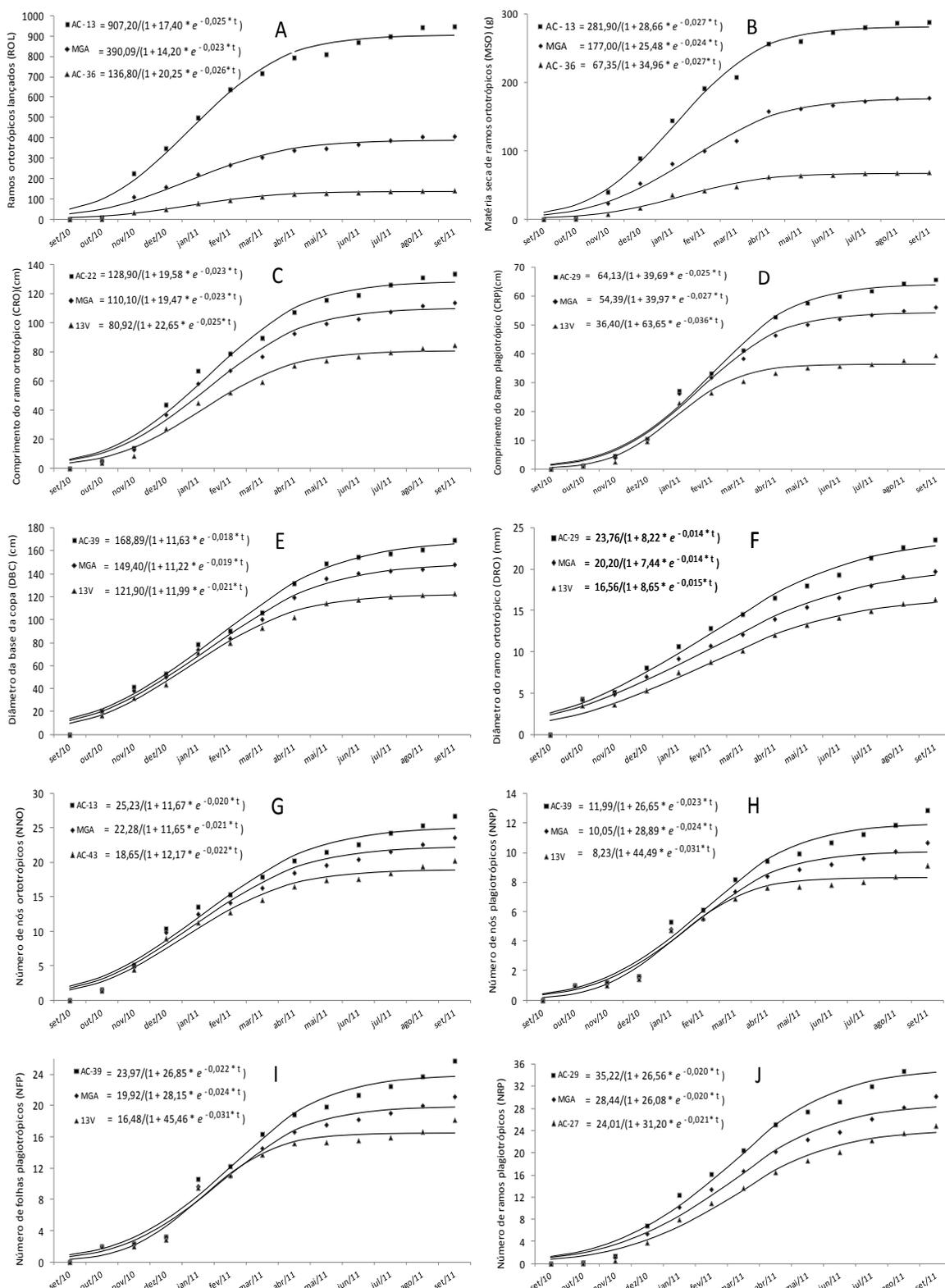


Figura 1. Valores mensurados e curvas de regressão ajustadas para descrever o padrão do crescimento acumulado, do genótipo de pior e o melhor desempenho e ainda, para a média geral acumulada dos 22 genótipos (MGA) para as seguintes características: A) ramos ortotrópicos lançados (ROL); B) matéria seca de ramos ortotrópicos (MSO)(g); C) comprimento do ramo ortotrópico (CRO)(cm); D) comprimento do ramo plagiotrópico (CRP)(cm); E) diâmetro da base da copa (DBC) (cm); F) diâmetro do ramo ortotrópico (DRO) (mm); G) número de nós ortotrópicos (NNO); H) número de nós plagiotrópicos (NNP); I) número de folhas plagiotrópicas (NFP); J) número de ramos plagiotrópicos (NRP).

(Figura 1A). Esses ramos ortotrópicos após serem retirados e secos (MSO), pesaram em média 176,19 gramas, havendo amplitude de 67,24 (AC-37) até 281,45 gramas (AC-28) (Figura 1B).

Os cinco ramos ortotrópicos remanescentes na planta, destinados à formação da nova copa, apresentaram uma altura igual a 109,58 cm (CRO). O genótipo mais alto mediu 128,26 cm (AC-22) e o mais baixo 80,71 cm (13V) (Figura 1C). Os ramos ortotrópicos com maior diâmetro (DRO) pertenciam ao genótipo AC-29 (22,78 mm), os de menor diâmetro pertenciam ao 13V (16,00 mm), e o diâmetro médio era igual a 19,27 mm (Figura 1F). Foi produzida uma média de 22,13 nós em cada ramo ortotrópico (NNO), havendo genótipo que produziu 24,98 (AC-13) e genótipo que produziu apenas 18,88 (AC-43) (Figura 1G).

Em cada ramo ortotrópico foi lançada uma média de 28,21 ramos plagiotrópicos (NRP), com amplitude de 23,59 (AC-27) a 34,58 (AC-29) (Figura 1J). Os ramos plagiotrópicos selecionados apresentaram um comprimento médio de 54,26 cm (CRP), com amplitude de 36,39 (13V) a 63,84 (AC-29) (Figura 1D). O ramo plagiotrópico médio possuía 10,00 nós (NNP), havendo genótipo cujos ramos possuíam 11,89 (AC-29) e outros com apenas 8,27 (13V) (Figura 1H). O genótipo de maior porte (AC-39) apresentou um diâmetro de base da copa de 165,94 cm (DBC), o de menor diâmetro 121,28 cm (13V), sendo a média dos genótipos igual 147,46 cm. Foram lançadas em média, 20,54 folhas em cada ramo plagiotrópico (NFL), com amplitude de 18,14 (AC-35) a 24,93 (AC-39) (Figura 1I).

Comparando-se a média de acumulação de crescimento dos 22 genótipos (MGA), com o tempo transcorrido entre a primeira e última avaliação (361 dias), obtiveram-se as seguintes taxas diárias: 1,13 ramos (ROL), 0,49 gramas (MSO), 3,16 mm (CRO), 0,055 mm (DRO), 0,065 nós (NNO), 0,08 ramos (NRP), 1,56 mm (CRP), 0,029 nós (NNP) e 0,059 folhas (NFL). Sabe-se porém, que as taxas de crescimento da parte aérea do cafeeiro (crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, formação de nós, expansão foliar etc.) variam sazonalmente, em virtude das condições climáticas, particularmente dos regimes de chuva e de temperatura, apesar do fotoperíodo também ter alguma influência (Ronchi e DaMatta, (2007), demonstrando a necessidade da análise do crescimento do cafeeiro nas diferentes estações.

Comparando-se as apresentações gráficas das taxas mensais de crescimento, no período de 20/09/2010 até 20/09/2011 (Figura 2), com as curvas

de precipitações e de temperaturas ocorridas no mesmo período (Figura 3), verificou-se que as taxas diárias de crescimento apresentaram comportamentos sazonais, praticamente similares nas 12 características, e que a evolução das taxas de crescimento apresentou bastante semelhança com as curvas de precipitações e de temperaturas ocorridas no período. Em períodos chuvosos e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, as taxas de crescimento foram elevadas, já no período seco e de temperaturas mais amenas, as taxas de crescimento foram reduzidas. Essa semelhança entre curvas também foi descrita por Amaral et al. (2007).

A temperatura mínima do ar começou a aumentar em meados de setembro de 2010, mantendo-se acima dos 17°C até meados de maio de 2011 (Figura 3). Nesse período, ocorreu a maior parte do crescimento ativo, com visualização de dois picos nas taxas, o primeiro e quase sempre maior, distribuído entre os meses de novembro a janeiro e, o segundo e de menor intensidade, registrado nos meses de março e abril (Figura 2), fatos também registrados por Amaral et al. (2007), com pequenas discrepâncias nas datas de ocorrência.

Os declínios temporários nas intensidades de crescimento verificados entre os dois picos, no mês fevereiro, podem ser explicados como consequência de limitações impostas pelas temperaturas máximas do ar (Amaral et al., 2007; Libardi et al., 1998; Silva et al., 2004) que se mantiveram acima dos 35°C, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com possível associação com o excesso de precipitações (Amaral et al., 2007) que nos meses de novembro e dezembro foram de 328,5 e 328,0 mm, respectivamente (Figura 3).

Os decréscimos na intensidade de crescimento no período de janeiro e fevereiro podem ainda ser consequência da estiagem prolongada (Dardengo et al., 2009), lembrando que não choveu entre 15/01 e 27/02 (43 dias de estiagem), período em que só foi possível fazer uma irrigação de 25mm. De acordo com Amaral et al. (2007), decréscimos de crescimento nesse período podem ser ainda atribuídos ao rápido enchimento dos grãos, sendo os frutos os drenos mais fortes, os cafeeiros crescem menos nessa fase.

No mês de novembro foi lançado o maior número de ramos ortotrópicos (ROL), com taxa de 3,25 ramos dia⁻¹ (Figura 2A). A emissão de muitos ramos ortotrópicos é característica desejável em um genótipo sob o ponto de vista da necessidade da multiplicação por estaquia e da renovação da copa. Porém é

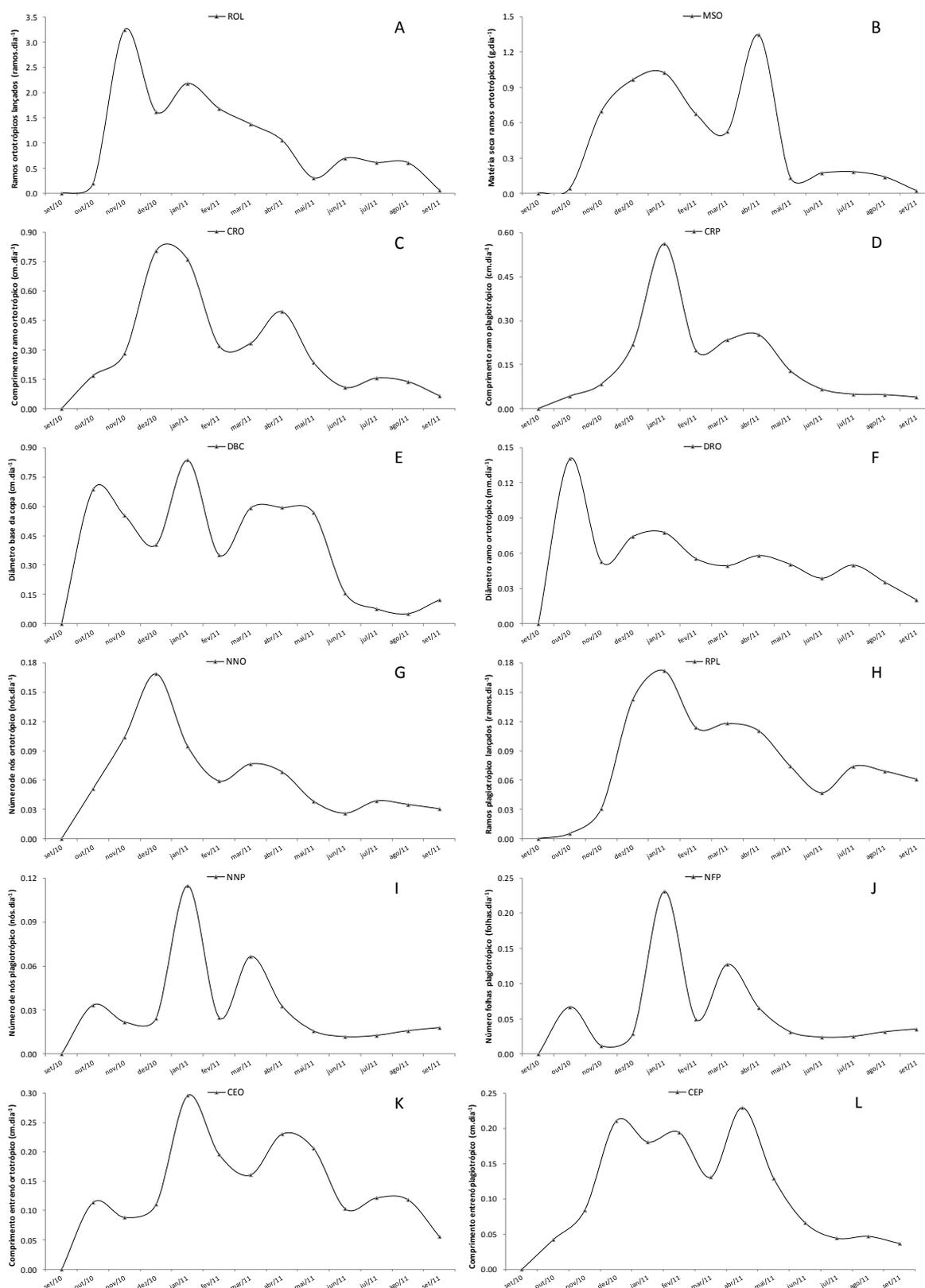


Figura 2. Evolução das taxas de crescimento em relação às épocas de avaliação, para as seguintes características: A) ramos ortotrópicos lançados (ROL) (ramos dia⁻¹); B) matéria seca de ramos ortotrópicos (MSO)(g dia⁻¹); C) comprimento do ramo ortotrópico (CRO) (cm dia⁻¹); D) comprimento do ramo plagiotrópico (CRP)(cm dia⁻¹); E) diâmetro da base da copa (DBC) (cm dia⁻¹); F) diâmetro do ramo ortotrópico (DRO) (mm dia⁻¹); G) número de nós ortotrópicos (NNO) (nós dia⁻¹); H) número de nós plagiotrópicos (NNP) (nós dia⁻¹); I) número de folhas plagiotrópicas (NFP) (folhas dia⁻¹); J) número de ramos plagiotrópicos (RPL) (ramos dia⁻¹); K) comprimento entrenó ortotrópico (CEO) (cm dia⁻¹); L) comprimento entrenó plagiotrópico (CEP) (cm dia⁻¹).

indesejável pela demanda de mão de obra necessária para sua retirada e do gasto de energia para produzir matéria seca que será eliminada.

No mês de dezembro os genótipos apresentaram os maiores crescimentos nos ramos ortotrópicos (CRO) e a máxima produção de nós ortotrópicos (NNO), com taxas de $8,1 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2C) e $0,17 \text{ nós dia}^{-1}$ (Figura 2G), respectivamente. A taxa de $8,1 \text{ mm dia}^{-1}$, bem superior que as taxas relatadas em literaturas, como exemplo o máximo de crescimento verificado por Partelli et al. (2010), a qual pode ser justificada como resultado da idade dos novos ramos, que foram estimulados pela alteração da relação fonte dreno em consequência da poda.

Os picos de crescimento nas características: comprimento de ramos plagiotrópicos (CRP), diâmetro de base da copa (DBC), diâmetro dos ramos ortotrópicos (DRO), número de ramos plagiotrópicos (NRP), número de nós plagiotrópicos (NNP), número de folhas plagiotrópicos (NFL) e comprimento de entrenó ortotrópicos (CEO), ocorreram no mês de janeiro, com taxas respectivas de: $5,6 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2D), $8,4 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2E), $0,08 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2F), $0,17 \text{ ramos dia}^{-1}$ (Figura 2J), $0,11 \text{ nós dia}^{-1}$ (Figura 2H), $0,23 \text{ folhas dia}^{-1}$ (Figura 2I) e $2,9 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2K).

Para as características matéria seca de ramos ortotrópicos (MSO) e comprimento de entrenós plagiotrópicos (CEP), os maiores valores foram observados no mês de abril, com taxas respectivas de $1,35 \text{ gramas de matéria seca dia}^{-1}$ (Figura 2B) e $2,3 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2L). Os picos dessas duas características ocorreram tardiamente, provavelmente como forma de crescimento compensatório (Ronchi; DaMatta, 2007) após retorno do período chuvoso no mês de março, repondo o atraso ocorrido durante a estiagem entre 15/01 e 27/02 (Figura 3), podendo estar associado ainda com a finalização do período do enchimento dos grãos e ao fato de não ter ocorrido limitação por temperatura, cuja máxima foi de $31,5$ e a mínima de $21,1^{\circ}\text{C}$ no referido mês.

De meados de maio até setembro de 2011, as temperaturas mínimas do ar estiveram abaixo dos 17°C , período em que também foram registradas as menores taxas de crescimento. No mês de junho, quando a temperatura mínima do ar foi de $15,7^{\circ}\text{C}$, as características: NNO, NRP, NNP e NFL, tiveram suas taxas reduzidas aos menores valores, da ordem de $0,3 \text{ mm dia}^{-1}$, $0,05 \text{ ramos dia}^{-1}$, $0,01 \text{ nós dia}^{-1}$ e $0,02 \text{ folhas dia}^{-1}$, respectivamente. No mês de agosto, com

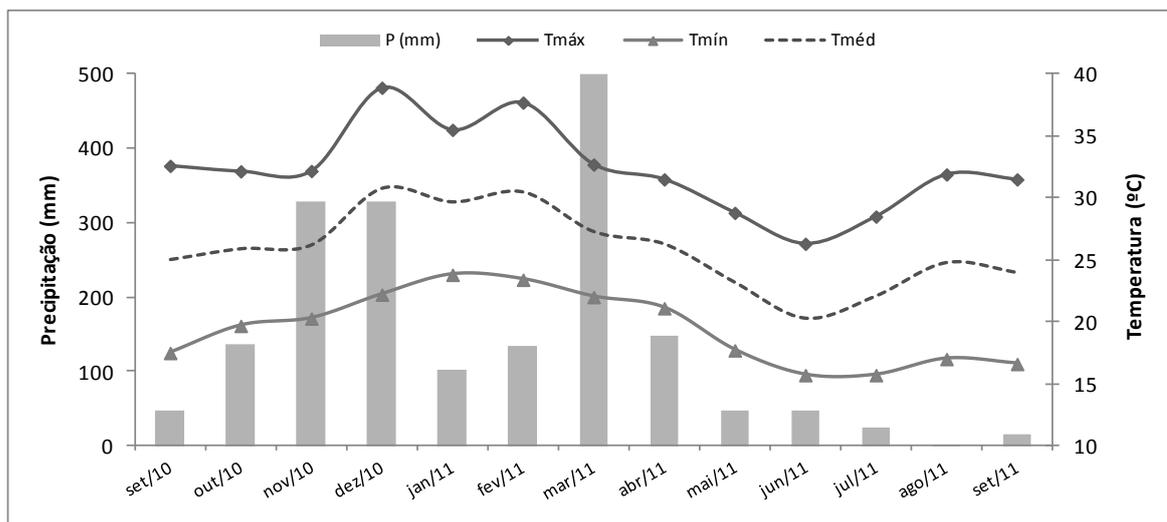


Figura 3. Temperatura máxima (Tmáx), média (Tméd) e mínima (Tmín) do ar e precipitação (mm) ocorrida no período de setembro de 2010 a setembro de 2011, na fazenda experimental Bananal do Norte, distrito de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim-ES.

temperatura mínima de 17,0°C, ocorreu a menor taxa para DBC, que cresceu apenas 0,5 mm dia⁻¹. As demais características apresentaram menores valores de taxas de crescimento no mês de setembro, sob temperatura mínima de 16,6°C, com crescimento de 0,06 ramos dia⁻¹ (ROL), 0,02 gramas de M.S. dia⁻¹ (MSO), 0,6 mm dia⁻¹ (CRO), 0,4 mm dia⁻¹ (CRP), 0,2 mm dia⁻¹ (DRO), 0,6 mm dia⁻¹ (CEO) e 0,4 mm dia⁻¹ (CEP). Esses resultados estão de acordo com o entendimento atual de que temperaturas de campo inferiores a 17°C estão associadas com redução das taxas de crescimento do cafeeiro conilon (Partelli et al., 2009).

CONCLUSÕES

- 1) No período de crescimento ativo, as taxas obtidas, após a PPC, são maiores que as relatadas para cafeeiros da mesma espécie quando submetidos a outros manejos de podas atualmente recomendadas.
- 2) Para representar a forma de crescimento acumulado (MGA) após PPC, o modelo logístico descrevendo um padrão sigmoidal, foi o que melhor se ajustou, para todas as características.

- 3) As taxas de crescimento variaram sazonalmente ao longo do ano, com maiores taxas em períodos chuvosos e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, e menores taxas no período seco e de temperaturas mais amenas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, J.A.T. do, Lopes, J.C., Amaral, J.F.T., Saraiva, S.H., Jesus Junior, W.C. de. (2007) Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros Conilon propagados por estacas em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*. 31(6):1624-1629.
- Amaral, J.A.T. do, Rena, A.B., Amaral, J.F.T. do. (2006) Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 41(3):377-384.
- Barros, R.S., Mota, J.W.S., DaMatta, F.M., Maestri, M. (1997) Decline of vegetative growth in *Coffea arabica* L. in relation to leaf temperature, water potential and stomatal conductance. *Field Crops Research, Warwick*. 54(1):65-72.
- Batista-Santos, P., Lidon, F.C., Fortunato, A., Leitão, A.E., Lopes, E., Partelli, F.L., Ribeiro, A.I., Ramalho, J.C. (2011) The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp. - Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. *Journal of Plant Physiology*. 168(8):792-806.
- Bragança, S.M., Martinez, H.E.P., Leite, H.G., Santos, L.P., Lani, J.A, Sedyama, C.S., Alvarez, V.H.V. (2010) Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres, Viçosa*. 57(1):48-52.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2013) *Acompanhamento da Safra Brasileira – Café*, Safra 2013, primeira estimativa, janeiro/2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.

- DaMatta, F.M., Ronchi, C.P, Maestri, M., Barros, R.S. (2007) Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. Londrina, 19(4):485-510.
- Dardengo, M.C.J.D, Reis, E.F. dos, Passos, R.R. (2009) Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro conilon. *Bioscience Journal*, Uberlândia. 25(6):1-14.
- Davis, A.P., Tosh, J., Ruch, N., Fay, M.F. (2011) Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 167:357-377.
- Davis, A.P., Rakotonasolo, F. (2008) A taxonomic revision of the baracoffea alliance: nine remarkable *Coffea* species from western Madagascar *Botanical Journal of the Linnean Society*. 158:355-390.
- Davis, A.P., Govaerts, R., Bridson, D.M., Stoffelen, P. (2006) An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. Londres, 152(4):465-512.
- Effgen, T.A.M., Passos, R.R., Lima, J.S. de S., Borges, E.N, Dardengo, M.C.J.D., Reis, E.F. dos. (2008) Atributos químicos do solo e produtividade de lavouras de cafeeiro conilon submetidas a diferentes tratos culturais no sul do Estado do Espírito Santo. *Bioscience Journal*, Uberlândia. 24(2):7-18.
- Ivoglo, M.G., Fazuoli, L.C., Oliveira, A.C.B. de, Gallo, P.B., Mistro, J.C., Silvarolla, M.B., Toma-Braghini, M. (2008) Divergência genética entre progênies de cafés robustas. *Bragantia*, Campinas. 67(4):823-831.
- Libardi, V.C. de M., Amaral, J.A.T. do, Amaral, J.F.T. do. (1998) Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. conilon) no Sul do Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria. 6(1):23-28.

- Partelli, F.L., Vieira, H.D., Silva, M.G., Ramalho, J.C. (2010) Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. *Ciências Agrárias*, Londrina, 31(3):619-626.
- Partelli, F.L., Vieira, H.D., Viana, A.P., Batista-Santos, P., Rodrigues, A.P., Leitão, A.E., Ramalho, J.C. (2009) Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 44(11):1404-1415.
- Pereira, S.P., Guimarães, R.J., Bartholo, G.F., Guimarães, P.T.G., Alves, J.D. (2007) Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas e conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciência Agrotécnica*, Lavras. 31(3):643-649.
- R Foundation For Statistical Computing (2012) R: *A language and environment for statistical computing*. Disponível em: <<http://softlibre.unizar.es/manuales/aplicaciones/r/fullrefman.pdf>>. Acesso em: 05 setembro de 2012.
- Ronchi, C.P., DaMatta, F.M. (2007) Aspectos fisiológicos do café Conilon *In*: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap.4, p.95-119.
- Silva, E.A., DaMatta, F.M., Ducatti, C., Regazzi, A.J., Barros, R.S. (2004) Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. *Field Crops Research*, Warwick, 89(2-3):349-357.

3.3 ANÁLISE DE TRILHA ENTRE A PRODUTIVIDADE DE CAFEEIRO CONILON APÓS A PODA E CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E PRODUTIVAS

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo demonstrar, através da análise de trilha, as correlações genóticas de componentes de produção primários e secundários, bem como seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos, sobre a produtividade do cafeeiro. Para tanto, 22 genótipos de *Coffea canephora* (conilon) pertencentes ao programa de melhoramento do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural - Incaper, foram submetidos a poda programada de ciclo (PPC) e em seus novos ramos, foram mensuradas 17 características morfoagronômicas. As características comprimento dos ramos plagiotrópicos (CRP) e número de folhas plagiotrópicos (NFP) foram descartados para eliminar problemas de colinearidade. A análise de trilha foi eficiente em identificar as características que exerceram maior influência sobre a produtividade. As primárias foram número de ramos ortotrópicos (NRO) e matéria seca de ortotrópicos (MSO). As secundárias foram diâmetro do ramo ortotrópico (DRO), comprimento do entrenó ortotrópico (CEO) e comprimento do entrenó plagiotrópico (CEP). Para incremento na produtividade devem ser selecionados, dentre os genótipos que emitem um número médio de ramos ortotrópicos, os que são possuidores de ramos com maior rendimento de matéria seca. Na sequência deve-se optar por genótipos que possuem ramos ortotrópicos de maior diâmetro e dentre estes, os que são

possuidores de menores comprimentos de entrenós ortotrópicos (CEO) e plagiotrópicos (CEP).

ABSTRACT

This work demonstrated, through path analysis, the genotypic correlations of components of primary and secondary production, as well as its developments in direct and indirect effects on the productivity of coffee plants. Therefore, 22 *Coffea canephora* (conilon) genotypes, belonging to the breeding program of the Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural-Incaper, subjected to the programmed cycle pruning (PCP) and in its new branches, 17 morphoagronomic characteristics were measured. The characteristic length of plagiotropic branches (LPB) and number of plagiotropic leaves (NPL) were discarded to eliminate collinearity problems. Path analysis was effective in identifying the characteristics that had the greatest influence on productivity. The primaries were number of orthotropic branches (NOB) and dry matter of orthotropics (DMO). The secondaries were orthotropic branch diameter (OBD), length of orthotropic internode (LOI) and length of plagiotropic internode (LPI). To increase productivity must be selected, among the genotypes that emit an average number of orthotropic branches, those branches with possessing higher yield of dry matter. Genotypes that have orthotropic branches of larger diameter must be chosen and, among these, those that have smaller lengths of orthotropic internodes (LOI) and plagiotropic (LPI).

INTRODUÇÃO

A safra cafeeira do Brasil no ano de 2012 deve atingir 50,826 milhões de sacas de café beneficiado, sendo 75,44% de arábica e 24,56% de conilon (CONAB, 2012). As duas espécies de café são cultivadas em 18 Estados da

União, envolvendo 2000 municípios, 370 mil propriedades, ocupando 8 milhões de trabalhadores, no cultivo de 6,73 bilhões de plantas, em 2,35 milhões de ha (Fonseca, 2012), o que caracteriza a dimensão econômica e social da cafeicultura.

O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor nacional de café colhendo na safra de 2012, um quarto (24,60%) de todo café brasileiro. Desse quantitativo, 77,70% deverão ser da espécie conilon, o que faz do Estado o maior produtor nacional da espécie e responsável por 77,81 % de todo café conilon colhido no Brasil (CONAB, 2013).

A cafeicultura capixaba é caracterizada pelo aspecto familiar, exercida em pequenas propriedades, que têm nessa atividade cafeeira a sua principal fonte de renda. A cafeicultura está presente em mais de 60 mil propriedades distribuídas em 77 dos 78 municípios, envolvendo 131 mil famílias rurais, ocupando 300 mil capixabas somente no setor de produção, e no ano de 2011, representou 43,6% do valor bruto da produção agrícola capixaba (Ferrão, 2012).

A cafeicultura brasileira tem experimentado melhorias, decorrentes de pesquisas realizadas por várias instituições do país que se dedicam a este fim, principalmente na área de melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares, mais adaptadas às diferentes condições de cultivo, de alto padrão genético e elevado potencial de produção (Freitas et al., 2007).

No caso do conilon, as tecnologias desenvolvidas por pesquisadores e adotadas pelos produtores, mudaram as bases tecnológicas do sistema de produção, transformando as lavouras cafeeiras capixabas em uma das mais competitivas do mundo (Ferrão et al., 2008). No entanto, para atender as demandas da cadeia produtiva, a cafeicultura deve estar sempre evoluindo.

A produtividade é a principal característica usada na seleção de novas variedades e/ou linhagens de cafeeiros (Carvalho et al., 2010). É importante destacar que, em pesquisas envolvendo plantas perenes como o cafeeiro, é grande o tempo necessário para a confirmação inequívoca dos resultados, demandando dos programas de melhoramento, grandes volumes de recursos físicos, financeiros e humanos, sendo vantajoso praticar a seleção de genótipos superiores de forma indireta e/ou antecipada (Bonomo, 2004).

Conhecer a associação entre caracteres é, também, de grande importância nos trabalhos de melhoramento, principalmente quando se trata de caracteres de

baixa herdabilidade e/ou dificuldade de mensuração (Cruz, Regazzi e Carneiro, 2004).

Nesse tipo de melhoramento, o importante é identificar, dentre as características de alta correlação com a variável básica, aquelas de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente (Severino et al., 2002).

Apesar da utilidade das correlações genóticas no entendimento de um caráter complexo como a produção, ela apenas informa sobre a associação entre caracteres (Sobreira et al., 2009), não determinando a importância dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres que a compõem (Teixeira et al., 2012).

Entretanto, os caracteres primários podem apresentar baixa herdabilidade, surgindo então, à necessidade do conhecimento das influências dos componentes secundários, sobre os componentes primários e, sobre a produtividade de grãos (Vieira et al., 2007).

Sabe-se ainda que as correlações são medidas de associações lineares entre caracteres, estando entre os valores -1 e +1. Entretanto, coeficientes de correlação genética maiores que o valor absoluto 1 podem ocorrer em consequência de problemas ligados à distribuição das variáveis, ou mesmo, ao modelo utilizado na estimação das variâncias e das covariâncias, que determinam a correlação (Cruz et al., 2004).

Acrescenta-se ainda, o fato de que a interpretação de forma direta das magnitudes das correlações pode resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois uma alta correlação entre dois caracteres pode ser resultado do efeito de um terceiro caráter, ou de um grupo de caracteres, sobre eles (Wright, 1921).

Para melhorar a compreensão da associação entre caracteres, Wright (1921) propôs uma metodologia, que permite, por meio da padronização das variáveis e equações de regressão, desdobrar as correlações genóticas em efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre uma característica principal, fornecendo uma medida da influência de cada causa e seu efeito. Essa metodologia chama-se de "*path analysis*" ou análise de trilha.

Em dada condição experimental, a decomposição das correlações depende do conjunto de caracteres estudados, que normalmente são avaliados em função do prévio conhecimento de suas importâncias e de possíveis interrelações expressas em diagramas de trilha (Cruz et al., 2004).

Entretanto, para que a avaliação tenha uma estimativa segura e gere uma interpretação biologicamente apropriada, é fundamental que seja avaliado o grau de colinearidade na matriz de correlação de todas as características a serem selecionadas (Cruz et al., 2004).

Quando é considerado um grande número de características no processo seletivo, existe a possibilidade de algumas das variáveis independentes analisadas apresentarem certo grau de interrelação, caracterizando a existência de multicolinearidade (Ferreira et al., 2005). Seus efeitos danosos não são ocasionados simplesmente pela sua presença, mas, pelo grau com que ela se manifesta (Vieira et al., 2007). Entre os efeitos de uma elevada multicolinearidade, podem ser citadas as estimativas instáveis do coeficiente de regressão e uma superestimativa dos efeitos diretos das variáveis explicativas sobre a principal, os quais podem levar a resultados equivocados (Cruz et al., 2004).

A análise de trilha tem sido amplamente utilizada no melhoramento de diversas culturas como os nos trabalhos de Vieira et al. (2007) e Sobreira et al. (2009). Poucos foram os trabalhos desta natureza com a cultura de *Coffea arabica*, citando Severino et al. (2002), Carvalho et al. (2010) e Teixeira et al. (2012) e poucos trabalhos envolvendo a espécie *Coffea canephora*, variedade conilon. Além disso, não foram encontrados trabalhos dessa natureza, obtidos em situações onde os cultivos de café conilon receberam o manejo da poda programada de ciclo.

A poda é uma prática que está difundida entre cafeicultores de conilon, sendo usada rotineiramente como instrumento de rejuvenescimento e manutenção da produtividade das lavouras (Pereira et al., 2007) e essa situação deve ser considerada nos programas de melhoramento. Atualmente cresce o número de cafeicultores que fazem a opção por podas cíclicas e programadas.

Esse manejo é denominado de poda programada de ciclo (PPC), onde é padronizado o momento, o ano, a forma condução da poda e o número de ramos por hectare que devem ser cortados e/ou deixados na lavoura, com renovação total da parte aérea a cada três anos, de uma só vez, logo após a quarta ou quinta colheita (Verdin Filho et al., 2008).

Diante do contexto apresentado e da ausência de trabalhos envolvendo o crescimento dos novos ramos do café conilon após a poda, este trabalho teve como objetivo demonstrar a viabilidade de utilizar análise de trilha para avaliar as

correlações genotípicas de componentes de produção primários e secundários, e seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos, sobre a produtividade de frutos de um grupo de genótipos de *Coffea canephora*, após serem submetidos à poda programada de ciclo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma lavoura de café da fazenda experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) localizada no distrito de Bananal do Norte, município de Cachoeiro de Itapemirim-ES. A lavoura foi plantada em junho de 2005, delineada em blocos casualizados, com 55 tratamentos (genótipos de *C. canephora* var. Conilon) e quatro repetições. Cada parcela é composta por uma linha de cinco plantas, no espaçamento 3,0 x 1,2 m, sendo considerada como parcela útil à segunda e à quarta planta. O pacote tecnológico utilizado é o mesmo preconizado pelo Incaper para culturas comerciais, com o acréscimo da irrigação de suplementação.

Foram estudados 51 genótipos clonais oriundos de seleção fenotípica de plantas matrizes de propriedades agrícolas da região de Castelo - ES (denominado de Avaliação Castelo - AC); 3 genótipos clonais pertencentes a cultivar Incaper 8142 (conilon Vitória) e a cultivar de polinização aberta Emcaper 8151 (Robusta Tropical), todos pertencentes ao programa de melhoramento do Incaper, ES.

Após a finalização da quarta colheita (setembro de 2010), todas as plantas receberam a poda programada de ciclo (PPC) com manutenção de duas das cinco hastes ortotrópicas que as plantas possuíam, e nestas, foram eliminados os ramos plagiotrópicos que haviam produzido grãos em mais de 50% de suas rosetas.

Do experimento original, foram selecionados 22 genótipos para o presente estudo: os 18 clones mais promissores pertencentes ao grupo Avaliação Castelo (AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46), além dos 3 clones pertencentes a cultivar conilon Vitória (12V - precoce, 02V - médio e 13V - tardio) e a cultivar robusta tropical (RT).

Na seleção dos clones do grupo Avaliação Castelo (AC) foram eleitos os mais produtivos nas quatro primeiras safras (2007, 2008, 2009 e 2010) desde que fossem possuidores de um bom vigor, tolerância à ferrugem, grãos de bom tamanho e de maturação uniforme.

Nos ramos emitidos após a PPC, avaliaram-se, durante o ano agrícola de 2010/2011, as seguintes características: 1) número de ramos ortotrópicos lançados por planta (NRO), obtido pela contagem mensal e cumulativa dos novos ramos lançados (comprimento igual ou superior a 10 cm) sendo mantidos cinco novos ramos em cada planta para darem origem a nova copa e os demais, retirados; 2) matéria seca dos ramos ortotrópicos eliminados (MSO), obtida pela pesagem mensal e cumulativa, após secagem em estufa 65°C, por 72 horas; 3) comprimento dos novos ramos ortotrópicos (CRO), obtido pela distância entre as inserções dos cinco novos ramos com os antigos e, seus meristemas apicais (cm); 4) diâmetro dos novos ramos ortotrópicos (DRO), com medição padronizada na região central do segundo entrenó de cada um dos cinco ramos (mm); 5) número de nós dos ramos ortotrópicos (NNO), determinado pela contagem direta em cada um dos cinco novos ramos; 6) comprimento médio dos entrenós ortotrópicos (CEO), obtido pela razão entre o comprimento dos novos ramos ortotrópicos (CRO) e o seu respectivo número de nós (NNO) (cm); 7) número de lançamentos de ramos plagiotrópicos (NRP), obtido pela contagem direta em cada um dos cinco novos ramos ortotrópicos; 8) comprimento médio dos ramos plagiotrópicos (CRP), medidos em dois ramos selecionados por planta, um em cada lado da linha de plantio e obtido pela distância entre a inserção desses ramos no ramo ortotrópico e o seu meristema apical (cm); 9) número de nós plagiotrópicos (NNP), obtido pela contagem direta nos ramos selecionados; 10) número de folhas lançadas nos ramos plagiotrópicos (NFP), obtido pela contagem mensal e cumulativa, nos ramos referidos no item 8; 11) comprimento dos entrenós plagiotrópicos (CEP), obtido pela razão entre o comprimento dos ramos (CRP) e número de nós (NNP) dos ramos plagiotrópicos selecionados (cm); 12) diâmetro maior da base da copa (DBC), medido no sentido transversal a linha de plantio, tendo como limite a projeção dos ramos de maior extensão (cm); 13) porcentagem de rosetas floridas nos ramos plagiotrópicos (%RF), obtida pela razão entre o número de rosetas que lançaram flores e o número de nós plagiotrópicos (NNP), contadas diretamente nos ramos selecionados; 14) número

de flores lançadas por rosetas (FL/RF), obtido pela contagem direta e cumulativa, a cada florada, nos ramos selecionados; 15) número de frutos remanescentes por roseta (FR/RF), obtido pela contagem direta, 30 dias após a última florada, nos ramos selecionados; 16) porcentagem de vingamento de flores (%VING), obtida pela razão entre o número de flores lançadas por rosetas (FL/RF) e número de frutos remanescentes por roseta (FR/RF), nos ramos selecionados, 30 dias após a última grande florada; 17) número de frutos remanescentes por ramo (FR/RA), obtido pelo produto entre o número de frutos remanescentes por roseta (FR/RF) e o número de rosetas que lançaram flores por ramo; 18) produção de grãos beneficiados (PROD), obtida após colheita e beneficiamento dos frutos que estavam presentes nos dois ramos ortotrópicos não eliminados durante a poda programada de ciclo (sacas de 60 Kg ha⁻¹).

As avaliações das características de crescimento foram realizadas mensalmente estendendo-se até setembro de 2011, mas para efeito das análises, foram utilizados os valores acumulados, nas características NRO, MSO, CRO, DRO, NNO, NRP, CRP, NNP, NFP e DBC e, os valores médios, nas características CEO e CEP. As avaliações das características produtivas %RF e FL/RF, foram realizadas após cada grande florada que ocorreram em 24/08, 07/09, 17/09, 05/10 e 29/10/2011 e nas análises foram usados os valores acumulados. As características FL/RF, %VING e FR/RF, foram avaliadas 30 dias após a última grande florada, ou seja, no dia 29/11/2011. A colheita dos frutos foi realizada por clones, de acordo com a época de maturação, tendo início em maio e finalização em agosto de 2011. O café da “roça” retirado de cada parcela foi pesado, e amostras foram enviadas para secagem, beneficiamento, cálculo do rendimento e transformação para sacas de 60 Kg ha⁻¹.

Utilizando o aplicativo computacional GENES (2006), foi construída a matriz de correlação genética entre as características morfoagronômicas avaliadas. Diante de indícios da presença de colinearidade entre características (elevado grau de interrelação) realizou-se o diagnóstico de multicolinearidade, com análise dos autovalores da matriz de correlação genética, a fim de identificar a natureza da dependência linear existente entre os caracteres e detectar quais contribuíam para o aparecimento da multicolinearidade. Quando necessário, foram descartadas algumas das características, optando-se dentre as

consideradas redundantes, pela manutenção da que oferecia maior contribuição para explicação da produtividade.

Na sequência foi realizada uma análise de trilha em duas cadeias, tendo como variável dependente principal, a produtividade obtida na safra de 2011 (PROD), como explicativas primárias as características: NRO, MSO, CRO, %RF, FR/RF e FR/RA, e como explicativas secundárias, as características: CRP, DBC, DRO, NNO, NRP, NNP, NFP, CEO, CEP, FL/RF e %VING. Os desdobramentos das correlações genéticas entre as características explicativas primárias e secundárias, em efeitos diretos e indiretos sobre o caráter produtividade foram utilizados para explicar os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A separação das características mensuradas em primárias e secundárias para a produtividade do cafeeiro no primeiro ano após a poda levou em consideração citações em literaturas, critérios agrônômicos e tendências visualizadas a campo.

As características porcentagem de rosetas floridas (%RF), número de frutos por roseta florida (FR/RF) e número de frutos por ramo (FR/RA), foram incluídas no primeiro grupo, por terem sido mensuradas em uma fase onde os sistemas de controle interno (autônomo) e externo (sensível ao ambiente) já haviam se manifestado e definido grande parte do sucesso ou não da produtividade do cafeeiro.

A altura da planta, que no presente trabalho está representada pelo comprimento dos ramos ortotrópicos (CRO) foi incluída no grupo principal, por ter sido citada como sendo uma das características fenotípicas que mais se relacionam com a produtividade do cafeeiro, tanto em *C. canephora* (Fonseca et al., 2007), como em *C. arabica* (Martinez et al., 2007; Carvalho et al., 2010).

A capacidade de emissão de ramos novos (NRO) também está relacionada à produtividade do cafeeiro (Fonseca et al., 2007) e como esses novos ramos crescem de forma concomitante com o florescimento e o desenvolvimento dos grãos produzidos nos ramos que não foram eliminados durante a PPC, optou-se pela inclusão da característica NRO e, diante da constatação, de que o número

desses novos ramos emitidos (NRO) não são diretamente proporcionais à matéria seca produzida (MSO), essa última característica também foi incluída dentre as primárias para a produtividade do cafeeiro conilon após PPC.

Analisando a matriz de correlações genéticas entre as variáveis mensuradas (Tabela 1) verificou-se que várias características estavam fortemente inter-relacionadas, apresentando valores iguais ou superiores a 0,80, o que é indício de existência de colinearidade entre caracteres. As correlações acima de 0,80 foram entre: NRO e MSO (0,83); DBC e CRO (0,81); CRP e DRO (0,80); CRP e CRO (0,85); CRP e DBC (0,88); NNP e NFP (0,97) e ainda, entre FR/RF e FR/RA (0,91).

Tabela 1. Estimativa dos coeficientes de correlação genotípica entre dezessete caracteres agrônômicos e morfológicos avaliados em *Coffea canephora* (conilon)

	MSO	CRO	CRP	DBC	DRO	NNO	NRP	NNP	NFP	CEO	CEP	%RF	FL/RF	FR/RF	%VING	FR/RA
NRO	0,83	-0,22	-0,25	-0,04	-0,11	0,66	0,26	0,14	0,13	-0,47	-0,39	-0,32	-0,42	-0,28	0,02	-0,24
MSO		-0,04	0,05	0,20	0,17	0,57	0,28	0,15	0,18	-0,34	-0,06	0,02	-0,24	-0,20	-0,06	-0,11
CRO			0,85	0,81	0,70	-0,11	0,28	0,29	0,25	0,77	0,74	0,43	0,18	0,18	0,02	0,29
CRP				0,88	0,80	-0,06	0,27	0,53	0,48	0,63	0,68	0,48	0,06	-0,01	-0,10	0,22
DBC					0,80	0,09	0,32	0,43	0,37	0,55	0,63	0,35	-0,02	-0,05	-0,06	0,15
DRO						0,06	0,55	0,39	0,36	0,45	0,59	0,57	0,19	0,17	0,07	0,35
NNO							0,48	0,37	0,43	-0,68	-0,37	0,00	-0,34	-0,14	0,20	0,08
NRP								0,55	0,63	-0,16	-0,15	0,10	-0,18	-0,04	0,15	0,18
NNP									0,97	-0,01	-0,25	0,10	-0,32	-0,23	0,01	0,13
NFP										-0,12	-0,28	0,13	-0,30	-0,18	0,07	0,19
CEO											0,73	0,26	0,30	0,18	-0,12	0,11
CEP												0,49	0,37	0,21	-0,13	0,17
%RF													0,63	0,62	0,30	0,74
FL/RF														0,77	0,10	0,67
FR/RF															0,70	0,92
%VING																0,70

NRO (número de ramos ortotrópicos), MSO (matéria seca de ramos ortotrópicos), CRO (comprimento de ramos ortotrópicos), CRP (comprimento de ramos plagiotrópicos), DBC (diâmetro de base da copa), DRO (diâmetro de ramo ortotrópico), NNO (número de nós ortotrópicos), NRP (número de ramos plagiotrópicos), NNP (número de nós plagiotrópicos), NFP (número de folhas plagiotrópicas), CEO (comprimento do entrenó ortotrópico), CEP (comprimento do entrenó plagiotrópico), %RF (porcentagem de rosetas floridas), FL/RF (número de flores por roseta florida), FR/RF (número de frutos por roseta florida), % VING (porcentagem de vingamento de flores) e FR/RA (número de frutos em cada ramo).

Embora houvesse valores que levassem a suspeita de colinearidade entre o grupo de caracteres considerados primários para a produtividade (NRO, MSO, CRO, %RF, FR/RF e FR/RA), o diagnóstico mostrou que as características exibiram colinearidade fraca, com Número de Condição (NC) igual a 48,95 e determinante da matriz igual a 0,0088 e que não ocasiona dificuldades para a análise de trilha.

Para o grupo relacionado como secundário (CRP, DBC, DRO, NNO, NRP, NNP, NFP, CEO, CEP, FL/RF e %VING) o diagnóstico constatou a presença de colinearidade severa, com Número de Condição (NC) igual a 2.663,5 e determinantes da matriz igual a 0,0 (zero). Segundo Cruz e Carneiro (2004), nestes casos são necessários tomar algumas providências para contornar seus efeitos adversos e um dos procedimentos mais empregados, é a eliminação de algumas das variáveis-problemas do modelo de regressão.

Após a exclusão das características CRP e NFP, o resultado do diagnóstico de multicolinearidade baixou da categoria severa para a categoria fraca, com determinante da matriz igual a 0,0084 e número de condição (NC) igual a 47,34, não oferecendo mais dificuldades à análise de trilha. Optou-se pelo descarte da variável CRP, em função do número de vezes em que aparecia como suspeição de colinearidade (três vezes). A característica NFP, que possui inter-relação elevada (0,97) com NNP, foi descartada por redundância de resultados. Apesar de descartadas, pode-se inferir sobre o desempenho das duas características, utilizando-se das estimadas obtidas através das características inter-relacionadas, que foram mantidas na análise de trilha.

A produtividade é um componente de produção que deve ser levado em consideração no processo de seleção de novos genótipos, entretanto, quando as variáveis explicativas estão correlacionadas entre si, a pesquisa deve ser focada no desdobramento das correlações existentes, em seus efeitos diretos e indiretos, para avaliar o grau de importância de cada uma das variáveis explicativas com a principal (Oliveira et al., 2010).

As características selecionadas como primárias apresentaram na análise de trilha (Tabela 2), coeficiente de determinação genotípico (R^2) obtido para a produtividade do cafeeiro, igual a 0,7555, bem superior ao efeito residual (0,4945), indicando que a escolha das mesmas foi eficiente para explicar a produtividade dos 22 genótipos de cafeeiros, na safra de 2011. Caracteres com altas correlações favoráveis com a variável básica e, com efeito direto em sentido favorável, indicam a presença de causa e efeito, ou seja, o caráter auxiliar é o principal determinante das alterações na variável básica (Silva et al., 2009). Para a característica NRO, a presença de um valor elevado e de sinal negativo (-0,951) implica em uma correlação de caracteres em sentido contrário, onde o aumento de um corresponde uma diminuição no outro. O inverso ocorre na característica

MSO, onde a presença do valor elevado e positivo (1,000) justifica a hipótese de verdadeira associação com PROD existe. Correlações elevadas, negativa para NRO e positiva para MSO, explica ainda a existência de correlação genética negativa entre as duas características.

Coeficientes de correlação fenotípicas totais bem menores, tanto para NRO (-0,179), como para MSO (0,230) indicam que a pressão de seleção intensificada sobre uma das características poderá não proporcionar ganhos genéticos satisfatórios na PROD, pois essa correlação genética é causada principalmente pelos efeitos indiretos. Ocorre, que os efeitos diretos negativos de NRO sobre PROD são diminuídos de forma indireta via contribuição MSO (0,879) e, os efeitos positivos de MSO sobre PROD são diminuídos indiretamente via NRO (-0,785).

Assim, a seleção indireta por meio da variável NRO somente será eficiente em aumentar a PROD se considerar concomitantemente os efeitos indiretos via MSO. Dessa forma, para se obter maior incremento na PROD, deve-se aplicar um esquema seletivo e restrito, a fim de se aproveitar os efeitos diretos e desejáveis da característica MSO sobre a produtividade (PROD) e ao mesmo tempo, eliminarem os efeitos indiretos e indesejáveis da variável NRO, ou seja, deve-se selecionar, dentre os indivíduos que emitem um número médio de ramos ortotrópicos após a poda, os que são possuidores de ramos mais vigorosos e com maior rendimento de matéria seca.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas primárias sobre a variável básica produtividade do cafeeiro (PROD)

	NRO	MSO	CRO	%RF	FR/RF	FR/RA
Direto sobre PROD	-0,951	1,000	-0,269	0,213	0,155	0,244
Indireto via NRO		-0,785	0,204	0,302	0,268	0,229
via MSO	0,879		-0,042	0,019	-0,214	-0,119
via CRO	0,058	0,011		-0,115	-0,047	-0,079
via %RF	-0,068	0,004	0,092		0,133	0,158
via FR/RF	-0,044	-0,031	0,027	0,096		0,142
via FR/RA	-0,059	-0,028	0,072	0,180	0,223	
Total	-0,179	0,230	0,085	0,695	0,517	0,574
R ²	0,759					
Efeito residual	0,491					

NRO (número de ramos ortotrópicos), MSO (matéria seca dos ramos ortotrópicos), CRO (comprimento do ramo ortotrópico), %RF (porcentagem de rosetas floridas), FR/RF (frutos por rosetas floridas) e FR/RA (frutos por ramo).

As características CRO, %RF, FR/RF e FR/RA apresentaram correlações baixas (-0,269), (0,213), (0,155) e (0,244), respectivamente, com a variável básica

PROD, demonstrando ausência de relação causa efeito, portanto, não indicadas para seleção direta. Como apresentaram ainda, valores inexpressivos de contribuições indiretas (maior valor igual a 0,302), as características citadas não são indicadas também para seleção indireta com objetivo de aumentos em PROD.

A variável CRO apresentou correlação praticamente nula (0,085) e efeito direto negativo de reduzida magnitude (-0,269) sobre a variável básica PROD. A hipótese de substituir esta característica por outra de maior contribuição foi testada (dados não apresentados), no entanto, observou-se que na sua ausência, a análise de trilha passou a apresentar coeficientes de determinação genotípicos (R^2) bem inferiores ao efeito residual, além de estimativas para efeitos diretos e indiretos com valores muito elevados (muito acima de 1 e muito abaixo de -1). Isto demonstra que o comprimento do ramo ortotrópico atua como ponto de equilíbrio entre as demais características eleitas como primárias.

Em relação às características selecionadas como secundárias, a análise de trilha apresentou coeficiente de determinação genotípico igual a 0,6429, superior ao efeito residual (0,5976), indicando que as produtividades dos 22 genótipos de cafeeiros pesquisados na safra de 2011 estão mais relacionadas com as citadas características do que com fatores ambientais não controlados (Tabela 3).

As maiores associações de forma direta e verdadeiras sobre a produtividade dos genótipos avaliados ocorreram via DRO (0,678) e CEP (0,521) e não verdadeira via CEO (-0,870). Como os coeficientes de correlação fenotípicas totais são bem menores, DRO (0,391), CEP (0,275) e CEO (-0,036) indicam que a pressão de seleção intensificada de forma direta sobre estas características poderá não proporcionar ganhos genéticos satisfatórios na PROD, pois os valores elevados de correlação genética apresentada são consequência principalmente de efeitos indiretos.

Na característica DRO a redução do coeficiente de correlação fenotípica de 0,678 (direto) para 0,391 (total), pode ser explicada pelos efeitos indiretos e negativos da característica CEO sobre PROD (-0,394). Já a redução na característica CEP de 0,521 para 0,275, também pode ser atribuída aos efeitos indiretos da característica CEO, que neste caso é negativo (-0,632). Aqui também, a característica CEO, teve sua influência direta e negativa sobre a

PROD, reduzida de -0,870 para -0,036, através das contribuições indiretas e positivas das características CEP (0,379) e DRO (0,307).

Tabela 3. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas secundárias sobre a variável básica, produtividade do cafeeiro (PROD)

	DBC	DRO	NNO	NRP	NNP	CEO	CEP	FL/RF	%VING
Direto sobre PROD	-0,280	0,678	-0,226	-0,351	0,350	-0,870	0,521	0,403	0,230
Indireto via DBC		-0,223	-0,026	-0,089	-0,121	-0,153	-0,177	0,006	0,016
via DRO	0,541		0,042	0,370	0,266	0,307	0,397	0,129	0,047
via NNO	-0,021	-0,014		-0,107	-0,084	0,152	0,084	0,076	-0,046
via NRP	-0,112	-0,192	-0,167		-0,193	0,057	0,051	0,064	-0,051
via NNP	0,152	0,137	0,131	0,193		-0,004	-0,088	-0,110	0,004
via CEO	-0,476	-0,394	0,587	0,141	0,010		-0,632	-0,265	0,103
via CEP	0,329	0,305	-0,194	-0,076	-0,131	0,379		0,193	-0,069
via FL/RF	-0,008	0,077	-0,136	-0,074	-0,127	0,123	0,149		0,042
via %VING	-0,013	0,016	0,046	0,034	0,003	-0,027	-0,031	0,024	
Total	0,113	0,391	0,058	0,041	-0,029	-0,036	0,275	0,520	0,276
R ²	0,643								
Efeito residual	0,598								

DBC (diâmetro da base da copa), DRO (diâmetro do ramo ortotrópico), NNO (número de nós ortotrópicos), número de ramos plagiotrópicos (NRP), número de nós ortotrópicos (NNP), comprimento do entrenó ortotrópico (CEO), comprimento do entrenó plagiotrópico (CEP), número de flores por rosetas floridas (FL/RF) e porcentagem de vingamento de flores (%VING).

Dessa forma, para obter-se maior incremento na PROD baseado apenas nas características secundárias de maior contribuição direta (DRO, CEO e CEP) deve-se aplicar um esquema seletivo e restrito, selecionando, dentre os indivíduos que possuem, após a poda programada de ciclo, ramos ortotrópicos de maior diâmetro, os que são possuidores de menores CEO e dentre estes, os menores CEP.

Em relação ao número de flores por roseta florida (FL/RF), o coeficiente de correlação fenotípico aumentou de 0,403 (direto) para 0,520 (total), mostrando que a seleção intensificada de forma direta sobre esta característica poderá proporcionar ganhos genéticos satisfatórios na PROD, pois o ganho direto que já é razoável, é intensificado pelos valores positivos obtidos no balanço dos efeitos indiretos.

Comparando-se as estimativas dos efeitos diretos e indiretos das nove variáveis secundárias sobre as seis variáveis primárias (Tabela 4), a análise de trilha apresentou coeficientes de determinação genotípicos, superiores aos efeitos residuais para as características primárias NRO, CRO, %RF, FR/RF e FR/RA, indicando que os valores obtidos nas mensurações dos genótipos de cafeeiros pesquisados, estão mais relacionados com as características secundárias do que

Tabela 4. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos das nove variáveis secundárias sobre as seis variáveis primárias de genótipos de *Coffea canephora* (conilon) após a poda programada de ciclo

Efeito	NRO	MSO	CRO	%RF	FR/RF	FR/RA
Variável DBC						
Direto	0,026	0,143	0,001	-0,368	-0,058	-0,029
Indireto via DRO	0,261	0,260	-0,331	0,261	-0,104	-0,137
via NNO	0,096	0,051	0,044	0,006	0,001	0,001
via NRP	-0,037	-0,031	0,121	-0,060	0,024	0,024
via NNP	-0,255	-0,107	0,109	0,247	0,020	0,206
via CEO	0,362	-0,074	0,479	-0,197	0,024	-0,098
via CEP	-0,507	-0,059	0,391	0,490	0,094	0,233
via FL/RF	0,005	0,002	-0,001	-0,010	-0,014	-0,014
via %VING	0,011	0,011	-0,004	-0,015	-0,037	-0,037
TOTAL	-0,039	0,197	0,809	0,353	-0,049	0,149
Variável DRO						
Direto	0,327	0,326	-0,415	0,328	-0,130	-0,172
Indireto via DBC	0,021	0,114	0,001	-0,294	-0,046	-0,023
via NNO	0,064	0,034	0,029	0,004	0,001	0,000
via NRP	-0,064	-0,053	0,208	-0,103	0,042	0,042
via NNP	-0,230	-0,096	0,099	0,223	0,018	0,186
via CEO	0,300	-0,062	0,398	-0,164	0,020	-0,081
via CEP	-0,470	-0,055	0,363	0,455	0,087	0,216
via FL/RF	-0,044	-0,023	0,013	0,099	0,132	0,137
via %VING	-0,013	-0,013	0,005	0,019	0,045	0,045
TOTAL	-0,109	0,173	0,700	0,566	0,168	0,350
Variável NNO						
Direto	1,022	0,545	0,468	0,059	0,010	0,007
Indireto via DBC	0,002	0,013	0,000	-0,035	-0,005	0,003
via DRO	0,021	0,020	-0,026	0,021	-0,008	-0,011
via NRP	-0,055	-0,046	0,181	-0,090	0,037	0,036
via NNP	-0,219	-0,092	0,094	0,212	0,017	0,177
via CEO	-0,447	0,092	-0,592	0,244	-0,029	0,121
via CEP	0,298	0,035	-0,230	-0,289	-0,055	-0,137
via FL/RF	0,078	0,040	-0,023	-0,176	-0,234	-0,242
via %VING	-0,038	-0,038	0,015	0,054	0,131	0,131
TOTAL	0,662	0,570	-0,113	0,001	-0,138	0,079
Variável NRP						
Direto	-0,116	-0,096	0,380	-0,189	0,077	0,076
Indireto via DBC	0,008	0,046	0,000	-0,117	-0,018	-0,009
via DRO	0,179	0,178	-0,226	0,179	-0,071	-0,094
via NNO	0,487	0,260	0,223	0,028	0,005	0,003
via NNP	-0,323	-0,135	0,139	0,313	0,025	0,260
via CEO	-0,107	0,022	-0,142	0,058	-0,007	0,029
via CEP	0,117	0,014	-0,090	-0,113	-0,022	-0,054
via FL/RF	0,042	0,022	-0,012	-0,095	-0,126	-0,131
via %VING	-0,028	-0,028	0,011	0,040	0,095	0,095
TOTAL	0,259	0,281	0,282	0,103	-0,043	0,177
Variável NNP						
Direto	-0,588	-0,246	0,252	0,568	0,046	0,473
Indireto via DBC	0,011	0,062	0,001	-0,160	-0,025	-0,012
via DRO	0,128	0,128	-0,163	0,128	-0,051	-0,067
via NNO	0,382	0,204	0,175	0,022	0,004	0,003
via NRP	-0,064	-0,053	0,209	-0,104	0,042	0,042
via CEO	-0,007	0,002	-0,010	0,004	-0,001	0,002
via CEP	0,202	0,024	-0,156	-0,196	-0,038	-0,093
via FL/RF	0,072	0,037	-0,021	-0,164	-0,218	-0,225
via %VING	-0,002	-0,002	0,001	0,003	0,007	0,007
TOTAL	0,135	0,155	0,287	0,102	-0,233	0,129

Cont...

Cont...						
Efeito	NRO	MSO	CRO	%RF	FR/RF	FR/RA
Variável CEO						
Direto	0,661	-0,136	0,877	-0,361	0,043	-0,179
Indireto via DBC	0,014	0,078	0,001	-0,201	-0,032	-0,016
via DRO	0,148	0,148	-0,188	0,149	-0,059	-0,078
via NNO	-0,690	-0,368	-0,316	-0,040	-0,007	-0,005
via NRP	0,019	0,016	-0,061	0,031	-0,012	-0,012
via NNP	0,007	0,003	-0,003	-0,006	-0,001	-0,005
via CEP	-0,583	-0,068	0,450	0,564	0,108	0,268
via FL/RF	-0,070	-0,036	0,021	0,158	0,211	0,218
via %VING	0,022	0,022	-0,009	-0,032	-0,077	-0,077
TOTAL	-0,471	-0,341	0,771	0,261	0,175	0,115
Variável CEP						
Direto	-0,802	-0,093	0,619	0,776	0,149	0,369
Indireto via DBC	0,017	0,091	0,001	-0,233	-0,037	-0,018
via DRO	0,192	0,191	-0,243	0,192	-0,076	-0,101
via NNO	-0,380	-0,203	-0,174	-0,022	-0,004	-0,003
via NRP	0,017	0,014	-0,055	0,028	-0,011	-0,011
via NNP	0,148	0,062	-0,064	-0,143	-0,012	-0,119
via CEO	0,481	-0,099	0,637	-0,262	0,032	-0,130
via FL/RF	-0,085	-0,044	0,025	0,192	0,256	0,265
via %VING	0,025	0,025	-0,010	-0,036	-0,086	-0,086
TOTAL	-0,388	-0,056	0,736	0,492	0,211	0,165
Variável FL/RF						
Direto	-0,229	-0,118	0,067	0,519	0,692	0,715
Indireto via DBC	-0,001	-0,003	0,000	0,007	0,001	0,001
via DRO	0,063	0,062	-0,079	0,063	-0,025	-0,033
via NNO	-0,346	-0,185	-0,158	-0,020	-0,004	-0,002
via NRP	0,021	0,018	-0,070	0,035	-0,014	-0,014
via NNP	0,185	0,077	-0,079	-0,179	-0,015	-0,149
via CEO	0,202	-0,041	0,267	-0,110	0,013	-0,055
via CEP	-0,297	-0,035	0,229	0,287	0,055	0,137
via %VING	-0,020	-0,020	0,008	0,028	0,068	0,068
TOTAL	-0,422	-0,244	0,185	0,630	0,772	0,667
Variável %VING						
Direto	-0,190	-0,188	0,075	0,270	0,648	0,649
Indireto via DBC	-0,002	-0,008	0,000	0,021	0,003	0,002
via DRO	0,023	0,023	-0,029	0,023	-0,009	-0,012
via NNO	0,206	0,110	0,094	0,012	0,002	0,001
via NRP	-0,017	-0,014	0,056	-0,028	0,011	0,011
via NNP	-0,006	-0,003	0,003	0,006	0,001	0,005
via CEO	-0,078	0,016	-0,104	0,043	-0,005	0,021
via CEP	0,107	0,012	-0,082	-0,103	-0,020	-0,049
via FL/RF	-0,024	-0,012	0,007	0,055	0,073	0,075
TOTAL	0,019	-0,064	0,020	0,298	0,703	0,704
R ²	0,623	0,422	0,982	0,789	0,994	0,985
Efeito Residual	0,614	0,760	0,133	0,460	0,077	0,122

NRO (número de ramos ortotrópicos), MSO (matéria seca de ramos ortotrópicos), CRO (comprimento de ramos ortotrópicos), DBC (diâmetro de base da copa), DRO (diâmetro de ramo ortotrópico), NNO (número de nós ortotrópicos), NRP (número de ramos plagiotrópicos), NNP (número de nós plagiotrópicos), CEO (comprimento do entrenó ortotrópico), CEP (comprimento do entrenó plagiotrópico), %RF (porcentagem de rosetas floridas), FL/RF (número de flores por roseta florida), FR/RF (número de frutos por roseta florida), % VING (porcentagem de vingamento de flores) e FR/RA (número de frutos em cada ramo).

com fatores ambientais não controlados. O mesmo não ocorre em relação à característica MSO, cujo R² foi de apenas 0,422 e o efeito da variável residual de

0,760, indicando que as variáveis explicativas secundárias utilizadas não explicam a maioria das variações na variável primária MSO.

Observa-se que as maiores correlações fenotípicas totais existentes entre características secundárias e primárias foram: na característica DBC, de 0,809 em relação à CRO; na variável DRO, de 0,700 e 0,566 em relação a CRO e %RF; NNO apresentou coeficientes de 0,662 e 0,570 correlacionados à NRO e MSO; a variável CEO esteve mais relacionada com NRO (-0,471) e CRO (0,771); CEP manteve maior correlação com CRO (0,736) e %RF (0,492); conforme esperado, o número de flores por roseta florida (FL/RF) apresentou relação de 0,63 com %RF, de 0,772 com FR/RF e de 0,667 com FR/RA; já as variáveis NRP e NNP apresentaram baixos valores de correlação com as características primárias.

Analisando os efeitos diretos e indiretos das nove variáveis secundárias (CRP, DBC, DRO, NNO, NRP, NNP, NFP, CEO, CEP, FL/RF e %VING) sobre as seis variáveis primárias (NRO, MSO, CRO, %RF, FR/RF e FR/RA) e a variável principal PROD (Tabela 5). Conclui-se que os maiores efeitos totais sobre a produtividade ocorreram na característica FL/RF (0,520) e DRO (0,391), indicando que essas características devem ser consideradas quando seleções não restritas forem realizadas.

Quando analisados apenas os efeitos diretos dos caracteres secundários sobre a PROD, a variável CEO apresentou maior relação (-0,870), principalmente em função da contribuição direta recebida via característica primária NRO (-0,625). O sinal negativo indica que genótipos com menores internódios ortotrópicos seriam mais produtivos, no entanto, quando adicionados os efeitos indiretos a que a variável CEO está sujeita, observa-se que a sua relação com PROD é praticamente anulada (-0,036). Contribuíram para essa anulação as relações provenientes das características NNO (0,653) e CEP (0,551) ambas atuando, sobre a variável primária NRO.

A segunda maior relação total direta com a PROD ocorreu na variável DRO cujo efeito foi de 0,678. O sinal positivo indica que genótipos possuidores de maiores diâmetro de ramos ortotrópicos (DRO) são mais produtivos. As maiores contribuições diretas para o estabelecimento dessa relação (DRO com PROD) são oriundas das características primárias NRO (-0,310) e MSO (0,345), chamando a atenção, para o equilíbrio entre as duas variáveis primárias, o qual pode ser

Tabela 5. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos das nove variáveis secundárias sobre as seis variáveis primárias e a variável principal produtividade de genótipos de café *Coffea canephora* após a poda programada de ciclo.

Efeito		NRO	MSO	CRO	%RF	FR/RF	FR/RA	Efeito residual	Ef.total PROD
Variável	DBC								
Direto		-0,025	0,152	0,000	-0,079	-0,009	-0,007	-0,312	-0,280
Indireto	via DRO	-0,247	0,275	0,089	0,056	-0,016	-0,033	0,417	0,541
	via NNO	-0,091	0,054	-0,012	0,001	0,000	0,000	0,026	-0,021
	via NRP	0,035	-0,032	-0,032	-0,013	0,004	0,006	-0,078	-0,112
	via NNP	0,241	-0,113	-0,029	0,053	0,003	0,050	-0,053	0,152
	via CEO	-0,342	-0,079	-0,129	-0,042	0,004	-0,024	0,136	-0,476
	via CEP	0,479	-0,062	-0,105	0,105	0,015	0,057	-0,159	0,329
	via FL/RF	-0,004	0,003	0,000	-0,002	-0,002	-0,004	0,001	-0,008
	via %VING	-0,010	0,011	0,001	-0,003	-0,006	-0,009	0,003	-0,013
TOTAL		0,037	0,208	-0,217	0,075	-0,008	0,036	-0,019	0,113
Variável	DRO								
Direto		-0,310	0,345	0,111	0,070	-0,020	-0,042	0,524	0,678
Indireto	via DBC	-0,020	0,121	0,000	-0,063	-0,007	-0,006	-0,249	-0,223
	via NNO	-0,061	0,036	-0,008	0,001	0,000	0,000	0,017	-0,014
	via NRP	0,060	-0,056	-0,056	-0,022	0,007	0,010	-0,135	-0,192
	via NNP	0,218	-0,102	-0,027	0,048	0,003	0,045	-0,048	0,137
	via CEO	-0,284	-0,065	-0,107	-0,035	0,003	-0,020	0,113	-0,394
	via CEP	0,445	-0,058	-0,097	0,097	0,014	0,053	-0,147	0,305
	via FL/RF	0,041	-0,024	-0,004	0,021	0,021	0,033	-0,012	0,077
	via %VING	0,013	-0,014	-0,001	0,004	0,007	0,011	-0,003	0,016
TOTAL		0,103	0,184	-0,188	0,121	0,026	0,085	0,060	0,391
Variável	NNO								
Direto		-0,967	0,577	-0,126	0,013	0,002	0,002	0,274	-0,226
Indireto	via DBC	-0,002	0,014	0,000	-0,007	-0,001	-0,001	-0,029	-0,026
	via DRO	-0,019	0,022	0,007	0,004	-0,001	-0,003	0,033	0,042
	via NRP	0,052	-0,049	-0,049	-0,019	0,006	0,009	-0,118	-0,167
	via NNP	0,208	-0,097	-0,025	0,045	0,003	0,043	-0,045	0,131
	via CEO	0,422	0,097	0,159	0,052	-0,005	0,030	-0,168	0,587
	via CEP	-0,282	0,037	0,062	-0,062	-0,009	-0,034	0,093	-0,194
	via FL/RF	-0,073	0,042	0,006	-0,038	-0,036	-0,059	0,021	-0,136
	via %VING	0,036	-0,040	-0,004	0,012	0,020	0,032	-0,009	0,046
TOTAL		-0,626	0,603	0,030	0,000	-0,021	0,019	0,052	0,058
Variável	NRP								
Direto		0,110	-0,102	-0,102	-0,040	0,012	0,019	-0,247	-0,351
Indireto	via DBC	-0,008	0,048	0,000	-0,025	-0,003	-0,002	-0,099	-0,089
	via DRO	-0,169	0,188	0,061	0,038	-0,011	-0,023	0,286	0,370
	via NNO	-0,460	0,275	-0,060	0,006	0,001	0,001	0,130	-0,107
	via NNP	0,306	-0,143	-0,037	0,067	0,004	0,064	-0,067	0,193
	via CEO	0,101	0,023	0,038	0,012	-0,001	0,007	-0,040	0,141
	via CEP	-0,110	0,014	0,024	-0,024	-0,003	-0,013	0,037	-0,076
	via FL/RF	-0,040	0,023	0,003	-0,020	-0,020	-0,032	0,012	-0,074
	via %VING	0,026	-0,029	-0,003	0,008	0,015	0,023	-0,007	0,034
TOTAL		-0,244	0,298	-0,076	0,022	-0,007	0,043	0,005	0,041
Variável	NNP								
Direto		0,556	-0,260	-0,068	0,121	0,007	0,115	-0,121	0,350
Indireto	via DBC	-0,011	0,066	0,000	-0,034	-0,004	-0,003	-0,135	-0,121
	via DRO	-0,121	0,135	0,044	0,027	-0,008	-0,016	0,205	0,266
	via NNO	-0,361	0,216	-0,047	0,005	0,001	0,001	0,102	-0,084
	via NRP	0,060	-0,056	-0,056	-0,022	0,007	0,010	-0,136	-0,193
	via CEO	0,007	0,002	0,003	0,001	0,000	0,001	-0,003	0,010
	via CEP	-0,191	0,025	0,042	-0,042	-0,006	-0,023	0,063	-0,131
	via FL/RF	-0,068	0,039	0,006	-0,035	-0,034	-0,055	0,020	-0,127
	via %VING	0,002	-0,002	0,000	0,001	0,001	0,002	-0,001	0,003
TOTAL		-0,128	0,164	-0,077	0,022	-0,036	0,031	-0,005	-0,029

cont...

cont...

Efeito	NRO	MSO	CRO	%RF	FR/RF	FR/RA	Efeito residual	Ef.total PROD
Variável	CEO							
Direto	-0,625	-0,144	-0,236	-0,077	0,007	-0,044	0,248	-0,870
Indireto	via DBC							
	-0,014	0,083	0,000	-0,043	-0,005	-0,004	-0,170	-0,153
	via DRO							
	-0,140	0,156	0,051	0,032	-0,009	-0,019	0,237	0,307
	via NNO							
	0,653	-0,390	0,085	-0,009	-0,001	-0,001	-0,185	0,152
	via NRP							
	-0,018	0,017	0,017	0,007	-0,002	-0,003	0,040	0,057
	via NNP							
	-0,006	0,003	0,001	-0,001	0,000	-0,001	0,001	-0,004
	via CEP							
	0,551	-0,072	-0,121	0,120	0,017	0,065	-0,183	0,379
	via FL/RF							
	0,066	-0,038	-0,006	0,034	0,033	0,053	-0,019	0,123
	via %VING							
	-0,021	0,024	0,002	-0,007	-0,012	-0,019	0,006	-0,027
TOTAL	0,446	-0,361	-0,207	0,056	0,027	0,028	-0,025	-0,036
Variável	CEP							
Direto	0,758	-0,099	-0,166	0,166	0,023	0,090	-0,251	0,521
Indireto	via DBC							
	-0,016	0,096	0,000	-0,050	-0,006	-0,004	-0,197	-0,177
	via DRO							
	-0,182	0,202	0,065	0,041	-0,012	-0,025	0,307	0,397
	via NNO							
	0,360	-0,215	0,047	-0,005	-0,001	-0,001	-0,102	0,084
	via NRP							
	-0,016	0,015	0,015	0,006	-0,002	-0,003	0,036	0,051
	via NNP							
	-0,140	0,066	0,017	-0,031	-0,002	-0,029	0,031	-0,088
	via CEO							
	-0,455	-0,104	-0,171	-0,056	0,005	-0,032	0,180	-0,632
	via FL/RF							
	0,080	-0,046	-0,007	0,041	0,040	0,065	-0,023	0,149
	via %VING							
	-0,024	0,027	0,003	-0,008	-0,013	-0,021	0,006	-0,031
TOTAL	0,367	-0,059	-0,198	0,105	0,033	0,040	-0,013	0,275
Variável	FL/RF							
Direto	0,217	-0,125	-0,018	0,111	0,107	0,174	-0,063	0,403
Indireto	via DBC							
	0,001	-0,003	0,000	0,002	0,000	0,000	0,006	0,006
	via DRO							
	-0,059	0,066	0,021	0,013	-0,004	-0,008	0,100	0,129
	via NNO							
	0,328	-0,196	0,043	-0,004	-0,001	-0,001	-0,093	0,076
	via NRP							
	-0,020	0,019	0,019	0,007	-0,002	-0,003	0,045	0,064
	via NNP							
	-0,175	0,082	0,021	-0,038	-0,002	-0,036	0,038	-0,110
	via CEO							
	-0,191	-0,044	-0,072	-0,024	0,002	-0,013	0,076	-0,265
	via CEP							
	0,281	-0,037	-0,062	0,061	0,009	0,033	-0,093	0,193
	via %VING							
	0,019	-0,021	-0,002	0,006	0,011	0,017	-0,005	0,024
TOTAL	0,399	-0,258	-0,050	0,134	0,120	0,163	0,012	0,520
Variável	%VING							
Direto	0,179	-0,199	-0,020	0,058	0,101	0,158	-0,046	0,230
Indireto	via DBC							
	0,001	-0,009	0,000	0,004	0,001	0,000	0,018	0,016
	via DRO							
	-0,022	0,024	0,008	0,005	-0,001	-0,003	0,037	0,047
	via NNO							
	-0,195	0,116	-0,025	0,003	0,000	0,000	0,055	-0,046
	via NRP							
	0,016	-0,015	-0,015	-0,006	0,002	0,003	-0,036	-0,051
	via NNP							
	0,006	-0,003	-0,001	0,001	0,000	0,001	-0,001	0,004
	via CEO							
	0,074	0,017	0,028	0,009	-0,001	0,005	-0,029	0,103
	via CEP							
	-0,101	0,013	0,022	-0,022	-0,003	-0,012	0,033	-0,069
	via FL/RF							
	0,023	-0,013	-0,002	0,012	0,011	0,018	-0,007	0,042
TOTAL	-0,018	-0,068	-0,005	0,064	0,109	0,172	0,023	0,276

NRO (número de ramos ortotrópicos), MSO (matéria seca de ramos ortotrópicos), CRO (comprimento de ramos ortotrópicos), DBC (diâmetro de base da copa), DRO (diâmetro de ramo ortotrópico), NNO (número de nós ortotrópicos), NNP (número de nós plagiortrópicos), CEO (comprimento do entrenó ortotrópico), CEP (comprimento do entrenó plagiortrópico), %RF (porcentagem de rosetas floridas), FL/RF (número de flores por roseta florida), FR/RF (número de frutos por roseta florida), % VING (porcentagem de vingamento de flores) e FR/RA (número de frutos em cada ramo).

visualizado via mensuração do DRO. Quando considerados os efeitos indiretos, a relação é reduzida para 0,391, após receber influência contrária, principalmente, via CEO (-0,394) e DBC (-0,223), reduzindo a associação entre DRO e PROD para a categoria mediana, porém verdadeira.

Estes resultados situam o caráter DRO numa posição importante na seleção de genótipos. É recomendável que se exerça a seleção para aumento do DRO, pois além do efeito direto positivo sobre o rendimento de grãos, o caráter contribui indiretamente para diminuir NRO e aumentar MSO, caracteres que apresentam efeito direto sobre PROD superiores ao dele (DRO).

A característica secundária que também exerceu efeito direto total significativo sobre a PROD foi CEP (0,521), relação esta, fortemente influenciada pela característica primária NRO (0,758). Porém, quando considerados os efeitos indiretos, essa relação é alterada drasticamente (0,275) em função da atuação do caráter secundário CEO (-0,632), manifestando-se principalmente sobre o caráter primário NRO (-0,455) é como já citado, o caráter NRO não apresenta associação verdadeira com PROD (-0,951).

Dentre as características primárias, a variável NRO apresentou maior relação negativa com PROD, cujo efeito total foi de -0,626, tendo contribuição direta da característica secundária NNO (-0,967) e atenuantes indiretos via CEO (0,422), permitindo o estabelecimento da existência de uma associação mediana, porém verdadeira entre estes caracteres. A variável MSO apresentou maior relação positiva com PROD, cujo efeito total foi de 0,603, recebendo contribuição direta da característica secundária NNO (0,577).

Ao se compararem os resultados das estimativas de correlação genotípica e as do coeficiente de trilha, percebe-se que é possível identificar, após os desdobramentos da correlação em efeitos diretos e indiretos, quais são as variáveis que exercem maior influência sobre a produtividade do cafeeiro, concentrando esforços nas variáveis que proporcionarão maiores ganhos com a seleção indireta.

CONCLUSÕES

- 1) As características comprimento dos ramos plagiotrópicos (CRP) e número de folhas plagiotrópicos (NFP) tiveram que ser descartadas para eliminar problemas de colinearidade.

- 2) A análise de trilha foi eficiente em identificar as características que exerceram maior influência sobre a produtividade de *Coffea canephora* após a poda programada de ciclo.
- 3) As características primárias que exerceram maior influência sobre a produtividade de *Coffea canephora* após a poda programada de ciclo foram número de ramos ortotrópicos (NRO) e matéria seca de ramos ortotrópicos (MSO). As secundárias de maior contribuição direta foram diâmetro dos ramos ortotrópicos (DRO), comprimento do entrenó ortotrópico (CEO) e comprimento do entrenó plagiotrópico (CEP).
- 4) Para incremento na produtividade devem ser selecionados os genótipos que, após a poda programada de ciclo, emitem um número médio de ramos ortotrópicos (NRO) mais vigorosos e com maior rendimento de matéria seca (MSO).
- 5) Na sequência de seleção, deve-se optar por genótipos que possuem, após a poda programada de ciclo, ramos ortotrópicos de maior diâmetro (DRO) e dentre estes, os que são possuidores de menores comprimentos de entrenós ortotrópicos (CEO) e plagiotrópicos (CEP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonomo, P.; Cruz, C.D.; Viana, J.M.S.; Pereira, A.A.; Oliveira, V.R.; Carneiro, P.C.S. (2004) Seleção antecipada de progênies de café descendentes de “híbrido de timor” X “catuaí amarelo” e “catuaí vermelho”. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringá, 26(1):91-96.
- Carvalho, A.M. de; Mendes, A.N.G.; Carvalho, G.R.; Botelho, C.E.; Gonçalves, F.M.A.; Ferreira, A.D. (2010) Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:269-275.

- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2013) *Acompanhamento da Safra Brasileira – Café*, Safra 2013, primeira estimativa, janeiro/2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: estatística experimental e matrizes*. Viçosa: UFV, 285p.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. (2004) Análise de trilha. In: Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. (Ed.). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento*. Viçosa: UFV, p.180-193.
- Ferrão, R.G. (2012) Programa de pesquisa, revigoração e melhoramento da qualidade do café do Espírito Santo (palestra). In: Conferência Internacional sobre café conilon. Vitória, de 11 a 15 de junho de 2012. Disponível em: <http://www.slideshare.net/cafeicultura/palestra-romrio-pesquisas-de-cafe-do-incaper-agrocaf-conjuntura-es>. Acessado em novembro de 2012.
- Ferrão, R.G.; Fornazier, M.J.; Ferrão, M.A.G.; Prezotti, L.C.; Fonseca, A.F.A. da; Alixandre, F.T.; Ferrão, L.F.V. (2008) Estado da arte da cafeicultura no Espírito Santo. In: Thomaz, M.A.; Amaral, J.F.T. do; Jesus Junior, W.C.; Pezzopane, J.R.M. (eds.). *Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura*. Alegre, ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, cap.2, p.27-48.
- Ferreira, A.; Cecon, P.R.; Cruz, C.D.; Ferrão, R.G.; Silva, M.F. da; Fonseca A.F.A. da; Ferrão, M.A.G. (2005) Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, dez., 40 (12):1189-1195.
- Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, M.A.G., Castro, L.L.F. de, Ferrão, R.G. (2012) O sistema de inovação como fator indutor de competitividade na cafeicultura. In: Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. do, Jesus Junior, W.C., Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Martins, L.D., Rodrigues, W.N. (org.) *Inovação, Difusão e Integração: Bases para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre-ES, Cap.4, p.57-69.

- Fonseca, A.F.A. da; Ferrão, R.G.; Lani, J.A.; Ferrão, M.A.G.; Volpi, P.S.; Verdin Filho, A.C.; Ronchi, C.P.; Martins, A.G. (2007) Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas. *In: Ferrão, R.G.; Fonseca, A.F.A. da; Bragança, S.M.; Ferrão, M.A.G.; De Muner, L.H. (eds.). Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, cap.9, p. 259-277.
- Freitas, Z.M.T.S. de; Oliveira, F.J. de; Carvalho, S.P. de; Santos, V.F. dos; Santos, J.P. de O. (2007) Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. *Bragantia*, 66:267-275.
- Martinez, H.E.P.; Augusto, H.S.; Cruz, C.D.; Pedrosa, A.W.; Sampaio, N.F. (2007) Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 29:481-489.
- Oliveira, E.J. de; Lima, D.S. de, Lucena, R.S.; Motta, T.B.N.; Dantas, J.L.L. (2010) Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 45(8):855-862.
- Pereira, S.P.; Guimarães, R.J.; Bartholo, G.F.; Guimarães, P.T.G.; Alves, J.D. (2007) Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas e conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciência Agrotécnica*, Lavras. 31(3):643-649.
- Rodrigues, G.B.; Marim, B.G.; Silva, D.J.H. da; Mattedi, A.P.; Almeida, V. de S. (2010) Análise de trilha de componentes de produção primários e secundários em tomateiro do grupo Salada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:155-162.
- Severino, L.S.; Sakiyama, N.S.; Pereira A.A.; Miranda, G.V.M.; Zambolim L.; Barros U.V. (2002) Associações da produtividade com outras características

agronômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). *Acta Scientiarum Agronomy*, 24(5):1467-1471.

Silva, J.I.; Vieira, H.D.; Viana, A.P.; Barroso, D.G. (2010) Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* pierre ex A. Froehner em diferentes combinações de substrato e recipiente. *Coffee Science*, Lavras, 5(1):38-48.

Sobreira, F.M.; Sobreira, F.M.; Fialho, G.S.; Sánchez, C.F.B.; Matta, F. de P. (2009) Análise de trilha em pós-colheita de tomate tipo salada. *Rev. Fac.Nal.Agr. Medellín*, 62(1):4983-4988.

Teixeira, A.L.; Gonçalves, F.M.A.; Rezende, J.C. de; Carvalho, S.P. de; Pereira, A.A., Moraes, B.F.X. de; Teixeira, L.G.V. (2012) Seleção precoce para produção de grãos em café arábica pela avaliação de caracteres morfológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47(8):1110-1117.

Verdin Filho, A.C.; Volpi, P.S.; Fonseca, A.F.A. da; Ferrão, M.A.G.; Ferrão, R.G.; Martins, A.G.; Lani, J.A.; Comério F.; Silveira, J.S.M.; Silveira, T.B. (2008) *Poda programada de ciclo para o café conilon*. INCAPER (ed.), Documentos, 63.

Vieira, E.A.; Carvalho, F.I.F. de; Oliveira, A.C. de; Martins, L.F.; Benin, G.; Silva, J.A.G. da; Coimbra, J.; Martins, A.F.; Carvalho, M.F. de; Ribeiro, G. (2007) Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. *Revista Brasileira Agrociência*, Pelotas, 13(2):169-174.

Wright, S. (1921) Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, Washington, 20(3):557-585.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo avaliar genótipos de *Coffea canephora* pertencentes ao programa de melhoramento de café conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural do Espírito Santo (Incaper), visando subsidiar as etapas futuras do referido programa. Inicialmente, foram selecionados do grupo Avaliação Castelo (AC) os 18 clones mais promissores, os quais passaram a ser estudados juntamente com mais três genótipos pertencentes a cultivar “Vitória” e o genótipo da cultivar “robusta tropical” (RT), totalizando 22 genótipos. Baseados na biometria do crescimento dos novos ramos emitidos após a poda programada de ciclo (PPC) determinou-se a diversidade genética, a forma e as taxas de crescimento e a correlação entre características de interesse. As principais conclusões foram:

- 1) Do grupo inicial de 51 genótipos que compunham a Avaliação Castelo (AC), destacaram-se como mais promissores: AC02, AC03, AC12, AC13, AC22, AC24, AC26, AC27, AC28, AC29, AC30, AC35, AC36, AC37, AC39, AC40, AC43 e AC46, nas características estabilidade de produção, uniformidade de maturação, tamanho do grão, vigor, tolerância à ferrugem e produtividade.
- 2) Entre os 22 genótipos que permaneceram no estudo foi observada a existência de materiais divergentes e com boas características para serem utilizados em etapas seguintes do programa de melhoramento.

- 3) O modelo logístico descrevendo um padrão sigmoidal, foi o que melhor se ajustou para representar a forma de acumulação de crescimento dos novos ramos, após PPC.
- 4) As taxas de crescimento variaram sazonalmente ao longo do ano, com maiores taxas em períodos chuvosos e de temperaturas mais elevadas, porém não extremas, e menores taxas no período seco e de temperaturas mais amenas.
- 5) As maiores taxas de crescimento obtidas após a PPC, superaram as relatadas para cafeeiros da mesma espécie, na mesma época, porém submetidos a outros manejos de podas, provavelmente em resultado da idade dos novos ramos, estimulados pela alteração da relação fonte dreno, em consequência da PPC.
- 6) A análise de trilha foi eficiente em identificar as características que exerceram maior influência sobre a produtividade dos genótipos de *Coffea canephora* estudados, após a PPC.
- 7) As características primárias que exerceram maior influência sobre a produtividade dos genótipos de *Coffea canephora*, após a PPC, foram o número de ramos ortotrópicos (NRO) e a matéria seca de ramos ortotrópicos (MSO). As secundárias de maior contribuição direta foram o diâmetro dos ramos ortotrópicos (DRO), o comprimento do entrenó ortotrópico (CEO) e o comprimento do entrenó plagiotrópico (CEP).
- 8) Para incremento na produtividade devem ser selecionados, os genótipos que após a poda programada de ciclo emitem um número médio de ramos ortotrópicos (NRO), mais vigorosos e com maior rendimento de matéria seca (MSO).
- 9) Na sequência de seleção, deve-se optar por genótipos que possuem, após a PPC, ramos ortotrópicos de maior diâmetro (DRO) e dentre estes, os que são possuidores de menor comprimento de entrenós ortotrópico (CEO) e plagiotrópico (CEP).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variedades existentes de café conilon foram desenvolvidas para a região Norte do Estado do Espírito Santo, mas é meta do Governo do Estado, desenvolver a cultura do conilon também na região Sul (NOVO PEDEAG, 2008), portanto, necessário se faz, que sejam pesquisadas e recomendadas variedades adaptadas às novas condições edáficas, topográficas e climáticas.

Clones elites de lavouras de polinização aberta da região Sul já foram coletados e com esses materiais, foram instalados ensaios de competição na fazenda experimental de Bananal do Norte - Cachoeiro do Itapemirim - ES. São clones que ainda carecem de caracterização agrônômica e biométrica a fim de que seja possível otimizar os ganhos nas etapas seguintes do programa de melhoramento.

A opção pela obtenção da “biometria do crescimento de café conilon, após poda programada de ciclo”, adveio do fato de que a prática da PPC modifica o ciclo produtivo do cafeeiro conilon, com renovação total da parte aérea a cada quatro ou cinco anos, estando, desta forma, a produtividade diretamente ligada à capacidade desses clones de emitirem e desenvolverem os novos ramos.

Com base nos dados coletados determinou-se a diversidade genética, a forma e as taxas de crescimento e, as correlações entre características de interesse. Esses resultados e conclusões, terão alguma utilidade na continuidade do melhoramento genético, mas, o maior impacto dessa tese, está certamente relacionado com as respostas e interrogações que surgiram na mente do pesquisador, durante e após a condução da pesquisa.

A fim de compartilhar observações a campo e estimular o advento de novas idéias de pesquisas com café conilon e/ou com o objetivo de encorajar a continuidade do trabalho desenvolvido, é possível apontar algumas dessas considerações:

- 1) A grande diversidade genética do café conilon ainda é pouca explorada;
- 2) Existem clones menos produtivos possuidores de características importantes (ex.: uniformidade de florada) que podem ser incorporadas em clones mais produtivos.
- 3) Mecanismos de tolerância à seca deveriam ser melhor pesquisados nos novos clones;
- 4) A altura do corte dos ramos ortotrópicos na PPC parece poder ser a menor possível.
- 5) A direção dos ramos ortotrópicos remanescentes voltados para o meio da rua atrapalha, sobremaneira, o trânsito de pessoas e as práticas culturais.
- 6) Existem clones que não toleram uma intervenção drástica como a PPC;
- 7) A sequência na localização dos clones nas futuras lavouras (onde fica o polinizador, o tolerante a ferrugem, o mais produtivo, etc...)
- 8) O número de flores por glomérulo pode estar relacionado com queda de frutos;
- 9) O número de flores vingadas pode estar relacionado com a exposição do ramo ao sol (orientação noroeste vinga menos flor na região);
- 10) Pesquisar clones com características compatíveis à colheita mecânica;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J.D., Livramento, D.E. (2003) *Morfologia e fisiologia do cafeeiro*. Lavras: UFLA, 46p.
- Amaral, J.A.T. do, Rena, A.B., Amaral, J.F.T. do. (2006) Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 41(3):377-384.
- Amaral, J.A.T. do, Lopes, J.C., Amaral, J.F.T., Saraiva, S.H., Jesus Junior, W.C. de. (2007) Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros Conilon propagados por estacas em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*. 31(6):1624-1629.
- Assad, E.D., Evangelista, B.A., Silva, F.A.M. da, Santos E.R. dos (2000) *Zoneamento climático da cultura do café para o Estado de Goiás*. EMBRAPA, Comunicado Técnico n.35, 6p.
- Assad, E.D., Pinto, H.S. (2001) *Zoneamento agroclimático para o cultivo do café (C. arabica) para os Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás e sudoeste da Bahia*. Brasília, Embrapa-Funcafê, 94 p.
- Barros, R.S., Mota, J.W.S., DaMatta, F.M., Maestri, M. (1997) Decline of vegetative growth in *Coffea arabica* L. in relation to leaf temperature, water potential and stomatal conductance. *Field Crops Research*, Warwick. 54(1):65-72.

- Batista-Santos, P., Lidon, F.C., Fortunato, A., Leitão, A.E., Lopes, E., Partelli, F.L., Ribeiro, A.I., Ramalho, J.C. (2011) The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp. - Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. *Journal of Plant Physiology*. 168(8):792-806.
- Benincasa, M.M.P. (2003) *Análise de crescimento de plantas* (noções básicas). Jaboticabal: Funep. 2 ed., 41p.
- Bertan, I., Carvalho, F.I.F. de, Oliveira, A.C. de, Vieira, E.A., Hartwig, I., Silva, J.A.G. da, Shimidt, D.A.M., Valério, I.P., Busato, C.C., Ribeiro, G. (2006) Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12:279-286.
- Bezerra Neto, F.V.B., Leal, N.R., Gonçalves, L.S.A., Rêgo Filho, L. de M., Amaral Júnior, A.T. do. (2010) Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. *Revista Ciência Agronômica*. 41(02):294-299.
- Bonomo, P., Cruz, C.D., Viana, J.M.S., Pereira, A.A., Oliveira, V.R., Carneiro, P.C.S. (2004) Seleção antecipada de progênies de café descendentes de “híbrido de timor” X “catuaí amarelo” e “catuaí vermelho”. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringá, 26(1):91-96.
- Borém, A., Miranda, G.V. (2009) *Melhoramento de plantas*. Viçosa, Ed.:UFV, 5^oed. revisado e ampliado, 529p.
- Bragança, S.M., Carvalho, C.H.S. de, Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, R.G. (2001) Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36(5):765-770.

- Bragança, S.M., Martinez, H.E.P., Leite, H.G., Santos, L.P., Lani, J.A, Sediya, C.S., Alvarez, V.H.V. (2010) Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres*, Viçosa. 57(1):48-52.
- Braun, H., Zonta, J.H., Lima, J.S. de S., Reis, E.F.dos (2007) Produção de Mudanças de café conilon propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia*, Chile. 25(3):85-91.
- Carvalho, A.M. de, Mendes, A.N.G., Carvalho, G.R., Botelho, C.E., Gonçalves, F.M.A., Ferreira, A.D. (2010) Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 45:269-275.
- Cecon, P.R., Silva, F.F.E, Ferreira, A., Ferrão, R.G., Carneiro, A.P.S., Detmann, E., Faria, P.N., Morais, T.S. da S. (2008) Análise de medidas repetidas na avaliação de clones de café 'Conilon'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:1171-1176.
- Chaves Filho, J.T. (2007) *Novos paradigmas na fisiologia do cafeeiro*. Disponível em: <<http://www2.ucg.br/flash/artigos/070904cafe2.html>>. Acessado em 26 de julho de 2010.
- Chaves Filho, J.T., Oliveira, R.F. de (2008) Variação sazonal do amido armazenado em ramos plagiotrópicos do cafeeiro. *Estudos*, Goiânia, 35(1/2):85-102.
- Cilas, C., Bar-Hen, A., Montagnon, C., Godin, C. (2006) Definition of architectural ideotypes for good yield capacity in *Coffea canephora*. *Annals of Botany*. 97:405-411.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2013) *Acompanhamento da Safra Brasileira – Café*, Safra 2013, primeira estimativa, janeiro/2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 20 de janeiro de 2013.

- Conagin, C.H.T.M., Mendes, A.J.T. (1961) Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragantia*, 20:787-804.
- Contarato, C.C., Sobreira, F.M., Tomaz, M.A., Jesus Junior, W.C. de, Fonseca, A.F.A da, Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G. (2010) Evaluation of the initial development of conilon coffee clones (*Coffea canephora*). *Scientia Agraria*, Curitiba. 11(1):065-071.
- Costa, R.B. da, Resende, M.D.V. de, Contini, A.Z., Rego, F.L.H., Roa, R.A.R., Martins, W.J. (2005) Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*. 15:371-376.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004a) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, Ed:UFV, 1:171-201.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004b) Análise de trilha. In: Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (Ed.). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento*. Viçosa: UFV, p.180-193.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2006) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa-MG: UFV, v.2, 585p.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa GENES: estatística experimental e matrizes*. Viçosa, MG: UFV, 285 p.
- DaMatta, F.M., Ronchi, C.P, Maestri, M., Barros, R.S. (2007) Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. Londrina, 19(4):485-510.
- Dardengo, M.C.J.D, Reis, E.F. dos, Passos, R.R. (2009) Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro conilon. *Bioscience Journal*, Uberlândia. 25(6):1-14.

- Davis, A.P., Govaerts, R., Bridson, D.M., Stoffelen, P. (2006) An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. Londres, 152(4):465-512.
- Davis, A.P., Rakotonasolo, F. (2008) A taxonomic revision of the baracoffea alliance: nine remarkable *Coffea* species from western Madagascar *Botanical Journal of the Linnean Society*. 158:355-390.
- Davis, A.P., Tosh, J., Ruch, N., Fay, M.F. (2011) Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 167:357-377.
- DeMuner, L.H., Caporal, F.R., Fornazier, M.J., Padovan, M.da P., Schmidt, H.C. (2007) Sustentabilidade da cafeicultura do conilon no Espírito Santo. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap.23, p.623-647.
- Effgen, T.A.M., Passos, R.R., Lima, J.S. de S., Borges, E.N, Dardengo, M.C.J.D., Reis, E.F. dos. (2008) Atributos químicos do solo e produtividade de lavouras de cafeeiro conilon submetidas a diferentes tratos culturais no sul do Estado do Espírito Santo. *Bioscience Journal*, Uberlândia. 24(2):7-18.
- Espírito Santo (Estado) (2008) - Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba. *NOVO PEDEAG (2007-2025)*, Vitória:SEAG, 275 p.
- Evangelista, A.W.P., Carvalho, L.G. de, Sedyama G.C. (2002) Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 6(3):445-452.

- Fazuoli, L.C., Braghini, M.T., Mistro, J.C., Silvarolla, M.B. (2007) Café robusta: uma nova opção para a cafeicultura paulista. *O Agrônomo*, Campinas, 59(1):71-74.
- Fazuoli, L.C., Mistro, J.C., Braghini, M.T. (2009) Melhoramento do café robusta no Instituto Agrônomo de Campinas. *In: Zambolin, L. (ed). Tecnologias para produção do café conilon*. UFV, Viçosa, Cap.8, p.201-248.
- Fazuoli, L.C. (2012) Café conilon/robusta: Uma nova opção para a cafeicultura paulista. *Revista ProCampo*, Linhares-ES. 40ª ed.
- Felipe, C.R. de P., Duarte, J.B. (2008) Conjuntura do comércio internacional de café. *Revista Anhangüera*, 9(1):9-36.
- Ferrão, L.F.V.; Cecon, P.R., Finger, F.L., Silva, F.F., Puiatti, M. (2011) Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. *Horticultura Brasileira*. 29:354-358.
- Ferrão, L.F.V; Caixeta, E.T.; Souza, F. de F.; Zambolim, E.M.; Cruz, C.D.; Zambolim, L.; Sakiyama, N.S. (2013) Comparative study of different molecular markers for classifying and establishing genetic relationships in *Coffea canephora*. *Plant Syst. Evol.* 299:225-238.
- Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Verdin Filho, A.C., Volpi, P.C. (2007a) Origem, dispersão, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora* *In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap.3, p.64-91.
- Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Fornazier, M.J., Prezotti, L.C., Fonseca, A.F.A. da, Alexandre, F.T., Ferrão, L.F.V. (2008) Avanços no melhoramento genético do café conilon. *In: Thomaz, M.A., Amaral, J.F.T. do, Jesus Junior, W.C., Pezzopane, J.R.M. (eds.). Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura*. Alegre, ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, cap.7, p.97-110.

- Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Verdin Filho, A.C., Volpi, P.C., Souza, E.M.R. (2009) Melhoramento do café conilon no Espírito Santo. In: Zambolim, L. (ed.) *Tecnologias para produção do café Conilon*. Viçosa: UFV. Cap.6., p.153-173.
- Ferrão, R.G. (2004) *Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon*. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 256p.
- Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. da, Pacova, B.E.V. (2007b) Melhoramento genético de *Coffea canephora*. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, Cap.5, p.123-173.
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., Bragança, S.M., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.C. (2007c) Cultivares de café Conilon. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap.7, p.205-225.
- Ferrão, R.G., Fornazier, M.J., Ferrão, M.A.G., Prezotti, L.C., Fonseca, A.F.A. da, Alixandre, F.T., Ferrão, L.F.V. (2008a) Estado da arte da cafeicultura no Espírito Santo. In: Thomaz, M.A., Amaral, J.F.T. do, Jesus Junior, W.C., Pezzopane, J.R.M. (eds.). *Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura*. Alegre, ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, cap.2, p.27-48.
- Ferrão, R.G., Cruz, C.D., Ferreira, A., Cecon, P.R., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. da, Carneiro, P.C.S., Silva, M.F. da. (2008b) Parâmetros genéticos em café Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 43(1):61-69.
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Marques, E.M.G., Zucateli, F. (2012) *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. Vitória, ES: INCAPER, (INCAPER: Circular Técnica, 03), 60p.

- Ferrão, R.G. (2012) Programa de pesquisa, revigoramento e melhoramento da qualidade dos café do Espírito Santo (palestra). *In*: Conferência Internacional sobre café conilon. Vitória, de 11 a 15 de junho de 2012. Disponível em: <http://www.slideshare.net/cafeicultura/palestra-romrio-pesquisas-de-cafe-do-Incaper-agrocaf-conjuntura-es>. Acessado em novembro de 2012.
- Ferreira, A., Cecon, P.R., Cruz, C.D., Ferrão, R.G., Silva, M.F. da, Fonseca A.F.A. da, Ferrão, M.A.G. (2005) Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40(12):1189-1195.
- Fonseca, A.F.A. da (1999) *Análise biométrica em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 121f.
- Fonseca, A.F.A.da, Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Santos, L.P., Bragança, S.M., Marques, E.M.G. (2001) Melhoramento de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santos. *In*: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória, p.1379-1384.
- Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Zucateli, F. (2004) *Conilon Vitória – Incaper 8142: Variedade clonal de café Conilon*. Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural – Incaper. Vitória-ES: 24 p. (Incaper, Documento, 127).
- Fonseca A.F.A. da, Sedyama, T., Cruz, C.D., Sakaiyama, N.S, Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Bragança, S.M. (2006) Divergência genética em café conilon. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília. 41(4):599-605.
- Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Bittencourt, M.L.C. (2007a) Jardins clonais, produção de sementes e mudas. *In*: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap. 8, p. 229-255.

- Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, R.G., Lani, J.A., Ferrão, M.A.G., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., Ronchi, C.P., Martins, A.G. (2007b) Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, cap.9, p.259-277.
- Fonseca, A.F.A. da. (2011) Melhoramento de café robusta no Espírito Santo – Brasil. In: X Encontro Internacional de Cafeicultores - Ramacafé 2011. Managua. Disponível em: <http://www.ramacafe.org/images/image/presentaciones/2011/dia2/02-05-01-aymbire-fonseca-principal.pdf>. Acessado em novembro de 2012.
- Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, M.A.G., Castro, L.L.F. de, Ferrão, R.G. (2012) O sistema de inovação como fator indutor de competitividade na cafeicultura. In: Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. do, Jesus Junior, W.C., Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Martins, L.D., Rodrigues, W.N. (org.) *Inovação, Difusão e Integração: Bases para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre-ES, Cap.4, p.57-69.
- Freitas, Z.M.T.S. de, Oliveira, F.J. de, Carvalho, S.P. de, Santos, V.F. dos, Santos, J.P. de O. (2007) Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. *Bragantia*, 66:267-275.
- Galetti, P.A. (2004) *Pelos caminhos do café*. Ed.1, Campinas-SP, CATI, 178p.
- Guarçoni, A.M., Prezotti, L.C. (2009) Fertilização do café conilon. In: Zambolim, L. (ed.) *Tecnologias para produção do café Conilon*. Viçosa, Cap.9, p.249-294.
- ICO - International Coffee Organization (2012) *Aspectos botânicos*. Disponível em: http://www.i-co.org/pt/botanical_p.asp.htm. Acessado em 15 de dezembro de 2012.

- Ivoglo, M.G. (2007) *Divergência genética entre progênies de café robusta*. Dissertação de pós-graduação. Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, 75p.
- Ivoglo, M.G., Fazuoli, L.C., Oliveira, A.C.B. de, Gallo, P.B., Mistro, J.C., Silvarolla, M.B., Toma-Braghini, M. (2008) Divergência genética entre progênies de cafés robustas. *Bragantia*, Campinas. 67(4):823-831.
- Libardi, V.C. de M., Amaral, J.A.T. do, Amaral, J.F.T. do. (1998) Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre var. conilon) no Sul do Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria. 6(1):23-28.
- Marcolan, A.L., Ramalho, A.R., Mendes, A.M., Teixeira, C.A.D., Fernandes, C.F., Costa, J.N.M., Vieira Junior, J.R., Oliveira, S.J. de M., Fernandes, S.L., Veneziano, W. (2009) *Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia*. Ed.3, revisada e atualizada. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia: EMATER-RO (Sistemas de Produção, 33), 61p.
- Martinez, H.E.P., Augusto, H.S., Cruz, C.D., Pedrosa, A.W., Sampaio, N.F. (2007) Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 29:481-489.
- Martins, A.L. (2008) *História do café*. São Paulo: Contexto, 316 p.
- Martins, L.D., Nogueira, N.O., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. do, Brinate, S.V.B. (2010) Taxa de crescimento de plantas de café arábica em função da aplicação de corretivos alternativos de acidez dos solos. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 6(10):1-10.
- Matiello, J.B. (1991) *O café: do cultivo ao consumo*. São Paulo: Editora Globo, Coleção do Agricultor. 319 p.

- Matiello, J.B., Santinato, R., Garcia, A.W.R., Almeida, S.R., Fernandes, D.R. (2005) *Cultura do café no Brasil - Novo manual de recomendações*. Fundação PROCAFÉ, MAPA/SARC/PROCAFÉ - SPAE/DECAF. 438p.
- Melo, B. de, Sousa, L.B. de. (2010) Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. *Revista Verde*, Mossoró. 5(3):05-11.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2011) *Zoneamento Agrícola para o plantio do café*. Brasília. Diário Oficial da União de 28/02/2011, p.8, Seção 1.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2011) *Informações ao Usuário*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares/informacoesusuarios>>. Acesso em 14 de julho de 2012.
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) – Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) (2012) *Balança Comercial Brasileira*. Disponível em: <http://www.camex.gov.br/portalmDIC/sitio/interna/index.php?area=5>. Acesso em 15 de janeiro de 2013.
- Mishra, M.K., Slater, A. (2012) Recent Advances in the Genetic Transformation of Coffee. Review Article. *Biotechnology Research International*. Vol. 2012, 17p.
- Mistro, J.C., Fazuoli, L.C., Gonçalves, P.de S., Guerreiro Filho, O. (2004) Estimates of genetic parameters and expected genetic gains with selection in robust coffee. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 4:86-91.
- Mojena, R. (1977) Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *The Computer Journal*. 20(4):359-363.
- Moreira, R.M.P., Ferreira, J.M., Takahashi, L.S.A., Vasconcelos, M.E.C., Geus, L.C., Botti, L. (2009) Potencial agrônômico e divergência genética entre

genótipos de feijão-de-vagem de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina 30(1):1051-1060.

Oliveira, J.T. de (2008) *História do Estado do Espírito Santo*. Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo: Secretaria de Estado da Cultura. Coleção Canaã, v.8, 3ªed., 670 p.

Oliveira, R.D.de L., Lima, I.M., Barros, A.F. (2009) Importância e diagnose do parasitismo de nematóides em cafeeiro conilon. In: ZAMBOLIN, L. (ed) - *Tecnologias para produção do café conilon*, UFV, Viçosa-MG, p.65-82.

Oliveira, E.J. de, Lima, D.S. de, Lucena, R.S., Motta, T.B.N., Dantas, J.L.L. (2010) Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 45(8):855-862.

Partelli, F.L., Vieira, H.D., Santiago, A.R., Barroso, D.G. (2006) Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(6):949-954.

Partelli, F.L., Vieira, H.D., Viana, A.P., Batista-Santos, P., Rodrigues, A.P., Leitão, A.E., Ramalho, J.C. (2009) Low temperature impact on photosynthetic parameters of coffee genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 44(11):1404-1415.

Partelli, F.L., Vieira, H.D., Silva, M.G., Ramalho, J.C. (2010) Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. *Ciências Agrárias*, Londrina, 31(3):619-626.

Pereira, S.P., Guimarães, R.J., Bartholo, G.F., Guimarães, P.T.G., Alves, J.D. (2007) Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas e conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciência Agrotécnica*, Lavras. 31(3):643-649.

- Pereira, R.B. (2011) A importância do café no Brasil e na cidade de Cacoal. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/59316/1/A-importancia-do-cafe-no-Brasil-e-na-cidade-de-Cacoal/pagina1.html>. Acessado em: 01 de maio de 2011.
- Petek, M.R., Patrício, F.R.A. (2007) Cultivares resistentes ou tolerantes a fatores bióticos e abióticos desfavoráveis: ponto-chave para a cafeicultura sustentável. *O Agrônomo*, Campinas, 59(1):39-40.
- Pinto, H.S., Zullo Junior, J., Assad, E.D., Brunini, O., Alfonsi, R.R., Coral, G. (2001) Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, 9(3):495-500.
- R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING (2012) R: *A language and environment for statistical computing*. Disponível em: <<http://softlibre.unizar.es/manuales/aplicaciones/r/fullrefman.pdf>>. Acesso em: 05 setembro de 2012.
- Rena, A.B., Maestri, M. (1985) Fisiologia do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, 11:26-40.
- Rena, A.B., Nacif, A.P., Guimarães, P.T.G. (2003) Fenologia, produtividade análise econômica do cafeeiro em cultivos com diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes. In: Zambolim, L. (Ed.). *Produção integrada de café*. Viçosa: UFV, p.133-196.
- Rena, A.B., Barros, R.S. (2004) Aspectos críticos no estudo da floração do café. In: Zambolim, L. (ed.). *Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café*. p.149-172.
- Rodrigues, W.N., Tomaz, M.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. da, Miranda, F.D. de. (2012) Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon. *Coffee Science*, Lavras. 7(2):177-186.

- Ronchi, C.P., DaMatta, F.M. (2007) Aspectos fisiológicos do café Conilon *In*: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap.4, p.95-119.
- Ronchi, C.P. (2009) *Fisiologia do conilon irrigado*. Disponível em: <<http://www.fenicafe.com.br/palestras>>. Acessado em 29 jun. 2010.
- Sediyama, G.C., Melo Junior, J.C.F. de, Santos, A.R. dos, Ribeiro, A., Costa, M.H., Hamakawa, P.J., Costa, J.M.N. da, Costa, L.C. (2001) Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3):501-509.
- Severino, L.S., Sakiyama, N.S., Pereira A.A., Miranda, G.V.M., Zambolim L., Barros U.V. (2002) Associações da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). *Acta Scientiarum Agronomy*, 24(5):1467-1471.
- Silva, E.A. da, Brunini, O., Sakai, E., Pires, R.C, Gallo, P.B., Paulo, E.M. (2001) *Efeitos de variáveis adafoclimáticas em coffea arábica*. In: II Simpósio de pesquisas dos cafés do Brasil. Vitória - ES.
- Silva, E.A., DaMatta, F.M., Ducatti, C., Regazzi, A.J., Barros, R.S. (2004) Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. *Field Crops Research*, Warwick, 89(2-3):349-357.
- Silva A.E.S. da, Ferrão, R.G., DeMuner, L.H., Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, L.M.V. (2007a) Geração, difusão e transferência de tecnologia. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café conilon*. Vitória, ES: Incaper, cap.22, p.549-621.
- Silveira, J.S.M., Carvalho, C.H.S., Bragança, S.M., Fonseca, A.F.A. da. (1993) *A poda do café conilon*. Vitória - ES: Emcapa, 14p. (Emcapa - documento 80).

- Silveira, J.S.M., Rocha, A.C. da. (1995) Podas. In: Costa, E.B. da (Coord.) *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória - ES : SEAG-ES, 163p.
- Silveira, J.S.M., Carvalho, C.H.S. (1996) Efeito da época de irrigação sobre o desenvolvimento do botão floral e floração do café conilon. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Águas de Lindóia-SP. p.100-102.
- Silveira, J.S.M. (2008) Uma nova alternativa de manejo da poda do café conilon. *Revista Procampo*, Linhares, ES.
- Sobreira, F.M., Sobreira, F.M., Fialho, G.S., Sánchez, C.F.B., Matta, F. de P. (2009) Análise de trilha em pós-colheita de tomate tipo salada. *Rev. Fac.Nal.Agr.Medellín*, 62(1):4983-4988.
- Souza, F.F (2005) Divergência genética em clones de café conilon (*Coffea canephora* Pierre) coletados em Rondônia. Porto Velho - Rondônia. (Comunicado Técnico, 289).
- Souza, F.F., Santos, M.M. dos. (2009) Melhoramento do café canéfora em Rondônia. In: Zambolin, L. (ed) - *Tecnologias para produção do café conilon*, UFV, Viçosa-MG, p.175-200.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia vegetal*. Ed.3, Porto Alegre: Artmed, 719 p.
- Taques, R.C., Dadalto, G.G. (2007) Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café Conilon no estado do Espírito Santo. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). *Café Conilon*. Vitória: INCAPER, Cap.2, p.51-63.
- Teixeira, A.L., Rocha, R.B., Ramalho, A.R. (2011) *Melhoramento genético, registro e proteção de cultivares de Coffea canephora para o Estado de Rondônia*. Porto Velho, Rondônia: Embrapa Rondônia, (Documentos, 143), 23 p.

- Teixeira, A.L., Gonçalves, F.M.A., Rezende, J.C. de, Carvalho, S.P. de, Pereira, A.A., Moraes, B.F.X.de, Teixeira, L.G.V. (2012) Seleção precoce para produção de grãos em café arábica pela avaliação de caracteres morfológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47(8):1110-1117.
- Thomaz, M.T., Sakiyama.N.S., DaMatta, F.M., Cruz, C.D., Martinez, H.E.P., Zambolim, L. (2001) *Desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados*. In: Anais do II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil - Vitória-ES, 24 a 27 de setembro.
- Thomaz, M.A., Sakiyama N.S., Martinez, H.E.P., Cruz, C.D., Pereira A.A., Freitas, R.S. de (2005) Porta-enxertos afetando o desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica* L. *Ciência Rural*, Santa Maria, Mai./Jun. 35 (3): 570-575.
- Thomaziello, R.A., Pereira, S.P. (2008) *Poda e condução do cafeeiro arábica*. Campinas-SP: Instituto Agrônomo de Campinas. IAC - Série Tecnologia APTA. (Boletim Técnico, 203) 39p.
- Vegro, C.L.R., Pino, F.A., Nogueira Júnior, S., Moricochi, L. (2005) Do café verde ao café torrado e moído: vantagens e dificuldades na exportação. *Revista Brasileira de Comércio Exterior*, ano XIX, 84:60-71.
- Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Fonseca, A.F.A. da, Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Martins, A.G., Lani, J.A., Comério F., Silveira, J.S.M., Silveira, T.B. (2008) *Poda programada de ciclo para o café conilon*. INCAPER (ed.), Documentos, 63.
- Vieira, E.A., Carvalho, F.I.F.de, Oliveira, A.C.de, Martins, L.F., Benin, G., Silva, J.A.G. da, Coimbra, J., Martins, A.F., Carvalho, M.F. de, Ribeiro, G. (2007) Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. *Revista Brasileira Agrociência*, Pelotas, 13(2):169-174.
- Wright, S. (1921) Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, Washington, 20(3):557-585.

Zambolim, L., Sobreira, D.G., Souza, A.F. de, Costa, H. (2009) Manejo integrado das doenças do conilon. In: ZAMBOLIN, L. (ed) - *Tecnologias para produção do café conilon*, UFV, Viçosa-MG, p.01-46.