

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

JÉSSICA LOPES TINTORI

AVALIAÇÃO DE *Coffea arabica* L. CULTIVADO EM SISTEMA
CONVENCIONAL E DENTRO DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO
SUL DO ESPÍRITO SANTO.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2014

JÉSSICA LOPES TINTORI

AVALIAÇÃO DE *Coffea arabica* L. CULTIVADO EM SISTEMA
CONVENCIONAL E DENTRO DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO
SUL DO ESPÍRITO SANTO.

Monografia apresentada ao
Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade Federal
do Espírito Santo, com o requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2014

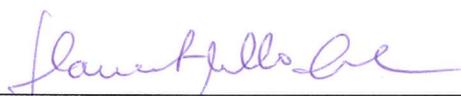
JÉSSICA LOPES TINTORI

AVALIAÇÃO DE *Coffea arabica* L. CULTIVADO EM SISTEMA
CONVENCIONAL E DENTRO DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO
SUL DO ESPÍRITO SANTO.

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 18 de Julho de 2014.

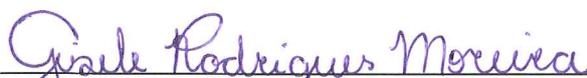
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Gláucio de Mello Cunha
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Dr. Eduardo Ferreira Sales
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Examinador



Prof.ª Dr.ª Gisele Rodrigues Moreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Aos meus avós Nilo (em memória) e Domingas.

Aos meus pais Jorge e Fátima.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José Alencar

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo fim de mais uma etapa e por iluminar meus caminhos me proporcionando força, saúde e coragem na superação dos obstáculos.

A meus avós Nilo (em memória) e Domingas pela integridade e ensinamentos ao longo desta caminhada e por terem acreditado em minha capacidade.

Aos meus pais Jorge e Fátima, meu abrigo seguro e base de minha vida, de onde recebi apoio incondicional nos momentos de dificuldade.

A minha família, tios, tias, avó, primos e primas que de certa forma contribuíram para a realização deste sonho.

A meu namorado, Danilo, pelo carinho, paciência, ensinamentos, apoio e incentivo na realização deste trabalho.

A meus dois amigos Yanítssa e Raphael, agradeço a confiança e ensinamentos e pelos momentos de dificuldades, alegrias e experiências compartilhadas.

As minhas amigas de república, Lorrane, Rafaela e Melissa, pela amizade e compreensão de sempre.

A todos meus amigos que mesmo na distância me proporcionaram confiança na realização desta etapa e pela sabedoria que me deram.

O meu orientador Prof. Dr. Gláucio de Mello Cunha, agradeço a condução nos primeiros e essenciais passos da minha formação. Grata pela confiança e por compreender, incentivar e orientar a concretização desse trabalho.

À FAPES pelo apoio financeiro, que muito contribuiu para o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

O sombreamento em cafezais por meio dos sistemas agroflorestais (SAFs) pode proporcionar agregação de valor ao produto e contribuir para a conservação dos recursos naturais. O presente estudo teve como objetivo avaliar a implantação de um sistema agroflorestal com *Coffea arabica* L. em um fragmento florestal em estágio inicial de regeneração no sul do Espírito Santo. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado constituindo-se em quatro repetições para cada tratamento, o sistema agroflorestal e o convencional, os quais o café arábica foi implantado. As parcelas foram compostas por 19 plantas e destas, 10 plantas foram avaliadas obtendo-se o crescimento inicial do cafeeiro ao longo do tempo, por meio de medidas de altura da planta, diâmetro do caule, área foliar e matéria seca. Obteve-se também a primeira produção do café por meio da colheita de todas as plantas em cada parcela, as quais foram estimadas as produtividades. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do Software R 3.0. O sombreamento interferiu significativamente no desenvolvimento inicial do cafeeiro ao longo do tempo, assim como para a produtividade, exceto sobre a área foliar e o teor de matéria seca. Em contrapartida, o sistema de produção influenciou no desenvolvimento dos componentes arbóreos, os quais apresentaram diferenças entre as avaliações. Diante disso, conclui-se que o sombreamento reduziu o diâmetro das plantas de café a partir da quarta avaliação até a última avaliação realizada, e também a produtividade, todavia, não houve diferenças na medida de área foliar e teor de matéria seca das plantas quando comparado com o cultivo a pleno sol. O manejo de café no remanescente florestal condicionou o desenvolvimento do diâmetro à altura do peito nos componentes arbóreos.

Palavras-chave: café sombreado; conservação; desenvolvimento inicial, produção; cafeicultura.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A cafeicultura no Espírito Santo	13
2.2 Sistemas agroflorestais.....	15
2.2.1 Sistemas agroflorestais com cafeeiros	16
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Localização e caracterização da área de instalação do experimento.....	20
3.2 Descrição do fragmento florestal.....	21
3.3 Instalação do experimento	25
3.4 Coleta de dados.....	27
3.4.1 Desenvolvimento do cafeeiro	27
3.4.2 Área foliar e teor matéria seca	27
3.4.3 Produtividade do cafeeiro.....	27
3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Desenvolvimento do café	30
4.2 Produtividade do cafeeiro.....	33
4.3 Efeito do sistema agroflorestal com o cafeeiro sobre as espécies arbóreas	37
5 CONCLUSÕES	40
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química ¹ do solo da lavoura de <i>Coffea arabica</i> L. sob dois sistemas de cultivo nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm.	21
Tabela 2 - Caracterização física ¹ solo da lavoura de <i>Coffea arabica</i> L. sob dois sistemas de cultivo.	21
Tabela 3 - Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreo-arbustivas da floresta em estágio inicial de regeneração.	23
Tabela 4 - Descrição das atividades de manutenção nas lavouras convencional e agroflorestal desde a implantação até a colheita do café correspondendo a 29 meses.	26
Tabela 5 - Diâmetro do caule (cm) do café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) sob dois sistemas de produção durante 25 meses de avaliação após plantio.	30
Tabela 6 - Altura (cm) do café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) em dois sistemas de produção durante 25 meses de avaliação após plantio.	31
Tabela 7 - Área foliar (AF) e matéria seca (MS) do café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) cultivado em dois sistemas de produção após 5 meses de plantio.	33
Tabela 8 - Produtividade média de café da roça da primeira safra do café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) cultivado em dois sistemas de produção após 29 meses de plantio.	34
Tabela 9 -- Maturação dos frutos (%) nos diferentes estádios, em amostra de 1 kg de <i>Coffea arabica</i> L., sob dois sistemas de produção.	35
Tabela 10 – Rendimento de café (%) nos diferentes estádios, em amostra de 1 kg de <i>Coffea arabica</i> L., sob dois sistemas de produção.	36
Tabela 11 – Diâmetro inicial (DAP _i) e final (DAP _f) em cm dos componentes arbóreos que constituem o remanescente florestal.	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da área experimental de estudo, Município de Guaçuí, Espírito Santo.....	20
Figura 2 - Área de cultivo de café sombreado com 30 meses de implantação em um fragmento florestal em estágio inicial de regeneração.	25
Figura 3 - Área de cultivo de café a pleno sol com 29 meses de implantação.....	26
Figura 4 - Demonstração detalhada da marcação dos cafeeiros na parcela e da parcela de amostragem, sendo que as linhas do cafeeiro são em curvas de nível...	29
Figura 5 – Desenho esquemático de um corte transversal do experimento demonstrando a disposição do remanescente florestal e dos cafeeiros.	29

1 INTRODUÇÃO

O café arábica é cultivado no sul do Estado do Espírito Santo a pleno sol, sem o uso de componentes arbóreos e, desta forma, tornou-se um dos ciclos econômicos que mais contribuiu para a devastação da cobertura vegetal do Bioma Mata Atlântica, favorecendo a ocorrência dos processos de degradação e perda de fertilidade do solo, intensificada pela característica topográfica da região com altas declividades.

Os efeitos da degradação dos recursos naturais podem ser atenuados com o uso de outras espécies associadas ao cafeeiro, constituindo os sistemas agroflorestais, os quais promovem a conservação do solo e melhoram suas características químicas e físicas devido ao aumento de aporte de matéria orgânica mediante a queda das folhas das espécies arbóreas. Além disso, estes sistemas podem funcionar como bancos de estoque de carbono e proporcionar a atenuação da bienalidade de produção do café, por meio da redução do excesso de radiação sob a planta e ainda, promover melhoria na qualidade de bebida associada à redução de oscilações de temperatura.

Apesar de existir diversos benefícios do uso sistemas agroflorestais com cafeeiros, a pesquisa neste ramo é incipiente e a disponibilidade de dados ainda é pequena, principalmente para as condições edafoclimáticas do Estado e, além disso, a redução de produtividade dificulta a adoção deste sistema pelos agricultores. Isto geralmente ocorre por selecionar espécies inadequadas ao ambiente e por não considerar as condições econômicas do produtor.

Diante do que foi exposto, nota-se a importância de desenvolver modelos mais conservacionistas de produção do café de acordo com as condições do Estado do Espírito Santo, conciliando estas alternativas com a viabilidade econômica de implantação e com os aspectos de produtividade e qualidade do café. Dentre as alternativas, os sistemas agroflorestais quando implantados corretamente podem proporcionar resultados satisfatórios e além de contribuir na recuperação e manutenção de áreas degradadas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a implantação de um sistema agroflorestal com *Coffea arabica* L. em um fragmento florestal em estágio inicial de regeneração no sul do Espírito Santo.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar o desenvolvimento inicial do cafeeiro sob sombreamento e a pleno sol ao longo do tempo;
- b) Avaliar a produção do cafeeiro sob sombreamento e a pleno sol;
- c) Avaliar o efeito do sistema agroflorestal com o cafeeiro sobre o desenvolvimento das espécies arbóreas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cafeicultura no Espírito Santo

O café arábica é originário das regiões altas da Etiópia e é encontrado em condições naturais de sub-bosque sob diferentes intensidades de luminosidade (ALVARENGA et al., 2004). Caracteriza-se pela sua boa adaptabilidade a regiões de clima tropical de altitude (DAMATTA et al., 2007) e pelo seu grande desempenho no que diz respeito à adaptação fisiológica, morfológica e bioquímica sobre diferentes variações ambientais (ALVARENGA et al., 2004). Tais características permitem seu cultivo a pleno sol ou sob sombreamento (LUNZ, 2006).

O Brasil destaca-se como o maior produtor de café do mundo (CUNHA, 2008; IOC, 2014), sendo o Estado do Espírito Santo o segundo maior produtor com participação de 27,39% da produção total de café do Brasil (CONAB, 2014). Atualmente, o Espírito Santo apresenta 447.355 hectares destinados à produção de café arábica e café conilon compreendendo uma safra de 12.208 mil sacas, destas 23,42% correspondem à produção de café arábica e 76,58% de café conilon (CONAB, 2014).

A economia do Estado do Espírito Santo entre meados do século XIX até 1950 estava ligada à cafeicultura, a qual teve participação em cerca de um terço da renda gerada no Estado (SEP, 2006; FORTUNATO, 2011). Inicialmente o cultivo do café no Brasil foi realizado em consócio com outras culturas, geralmente em pequenas propriedades. No entanto, com o aumento da demanda internacional associado à qualidade do produto ocorreu um aumento nos preços do mercado internacional de 70% entre 1870 e 1877 (GROSSELLI, 2008), e assim constituiu-se em um dos fatores que impulsionou a expansão do cultivo de café a pleno sol no Estado (LUNZ, 2006; GROSSELLI, 2008; MORAIS et al., 2009; SALES et al., 2013a).

A implantação de extensas áreas de monocultivos de café contribuiu para o processo de fragmentação da Mata Atlântica devido à retirada da cobertura vegetal (CAMPANILI e PROCHNOW, 2006; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INEP,

2009). A devastação dos recursos naturais e a adoção de práticas inadequadas de uso do solo tiveram como efeito a degradação, erosão e perda de fertilidade do solo, e desse modo, afetou diretamente a agricultura de subsistência (CAMPANILI e PROCHNOW, 2006; GROSSELLI, 2008; FORTUNATO, 2011). Além do mais, a superprodução de café entre 1950 e 1960 promoveu o declínio da renda das atividades ligadas diretamente e indiretamente à produção devido à queda dos preços. Medidas de controle da produção cafeeira para reduzir a oscilação dos preços foram tomadas, sendo a principal delas o Programa Nacional de Erradicação de Pés de Café atingindo principalmente o Estado do Espírito Santo na década de 60 (SEP, 2006; NONNENBERG e RESENDE, 2010; ROCHA e MORANDI, 2012).

Algumas políticas agrícolas foram estabelecidas no período de 1960 e 1970, os quais tinham como um dos objetivos a expansão dos plantios de café. Estas políticas caracterizaram-se por constituir um eficiente sistema de financiamento por meio da implantação de programas como, por exemplo, o Programa de Diversificação Econômica das Regiões Cafeeiras seguida do Sistema Nacional de Crédito Rural em 1965, o qual possibilitou o acesso aos insumos agrícolas modernos. Desta forma, a constituição de lavouras cafeeiras caracterizou-se pelo uso de técnicas mais adequadas e desenvolvidas, mas o baixo preço do café desestimulou a expansão desta cultura no Estado (ROCHA e MORANDI, 2012).

O estímulo para os produtores veio em seguida com a elevação dos preços devido à ocorrência de geada que afetou os estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso (GUARNIERI, 1979) ocasionando redução da produção nacional. A partir disto houve ampliação da capacidade produtiva da cafeicultura no Estado associado ao apoio do Grupo Executivo da Racionalização da Cafeicultura - GERCA (ROCHA e MORANDI, 2012).

Apesar do histórico de crise na agricultura capixaba e a erradicação de cafezais e com base no modelo de implantação desta cultura, nota-se o importante papel da lavoura cafeeira no setor agropecuário e na economia brasileira (NONNENBERG e RESENDE, 2010; ROCHA e MORANDI, 2012), o qual proporcionou ao Espírito Santo a obtenção de capital por meio das exportações. Desta forma, possibilitou investimentos em infraestrutura para o transporte e ferrovias por meio de abertura de

estradas, além do mais, contribuiu para a geração de empregos, aumento da renda familiar e de mão-de-obra (GROSSELLI, 2008; MAY e TROVATTO, 2008).

Atualmente, o Estado do Espírito Santo passou por um processo de diversificação de culturas e melhoria de produtividade do setor agropecuário, tendo ainda o café como uma das principais atividades do Estado que se encontra em constante expansão e com alta dependência das oscilações de preço do mercado internacional (NONNENBERG e RESENDE, 2010; GROCHA e MORANDI, 2012).

2.2 Sistemas agroflorestais

Os Sistemas agroflorestais (SAFs) apresentam diferentes definições de acordo com a percepção de cada autor, o qual é caracterizado por diversos fatores e condições específicas para ser reconhecido como um consórcio agroflorestal. Dentre as condições, May e Trovatto (2008) consideram um SAF aquele sistema que seja constituído de pelo menos uma espécie florestal de porte arbustivo ou arbóreo, podendo ser nativa ou exótica e com permanência temporária ou permanente.

Abdo et al. (2008) definem SAFs como um sistema que deve ser composto por espécies lenhosas e herbáceas (culturas perenes e/ou forrageiras e/ou integração com animais), com a condição de que as espécies estejam em uma mesma unidade de manejo, e esta deve apresentar uma alta diversidade de espécies intercalada em um arranjo espacial e temporal.

Sanchez (1995) e Young (1997) mencionam que os SAFs constituem-se numa prática de manejo conservacionista, que faz uso da associação de espécies agrícolas com espécies arbóreas, o que proporciona minimização de impactos negativos ao ambiente causados pelas atividades agrícolas. E os autores Caldeira e Chaves (2011) definem SAFs como uma forma de manejo que os agricultores encontraram para integrar a produção agrícola e conservação florestal, mantendo o equilíbrio e a dinâmica do sistema, além de produzir alimento e renda.

Observa-se que o uso e ocupação do solo com o consórcio florestal promovem benefícios ambientais (ABDO et al., 2008) por meio da proteção do solo de erosões

(BAGGIO, 1983; CAMPANHA, 2001); conservação da biodiversidade e melhoram a fertilidade do solo (ALTIERI e NICHOLLS, 2011); oferecem suporte à reintegração dos remanescentes florestais (SALES et al., 2009); contribuem na restauração de áreas desmatadas (MAY e TROVATTO, 2008) e no processo de sequestro e estoque de carbono (RODRIGUES et al., 2000).

Os componentes arbóreos em cultivos agrícolas ainda podem proporcionar melhor qualidade de vida aos trabalhadores, como bem estar e saúde devido ao sombreamento das espécies florestais, as quais condicionam amenização da temperatura (ABDO et al., 2008); diversificação da produção aumentando a renda familiar (ALVARENGA et al., 2004). Entretanto, alguns impasses dificultam a adoção dos SAFs em função de sua complexidade e competição entre indivíduos (SANCHEZ, 1995), além disso, é imprescindível que estes sistemas de consórcios sejam aceitos pelos produtores (FAO, 2013).

Outros fatores que desestimulam os produtores a implantar espécies arbóreas com cultivos agrícolas devem-se ao fato da obtenção de renda não ser imediata como no sistema de monocultivo. Além do mais, a falta de investimentos na melhoria da qualidade de germoplasma com cultivares tolerantes à sombra e com resistência a doenças e pragas, afeta diretamente a rentabilidade e produtividade do SAFs e associado a isto, têm-se a pouca publicação de práticas que obtiveram sucesso. Estes fatores contribuem na restrição da aceitabilidade destes sistemas de produção (FAO, 2013).

Neste contexto, o sucesso da implantação dos SAFs segundo May e Trovatto (2008) depende da escolha adequada das espécies de acordo com as condições edafoclimáticas regional e os indivíduos devem ser arranjados em escalas espaciais e temporais de forma que potencialize seu desenvolvimento e produção e o autor ainda ressalta a importância de considerar as demandas do mercado, permitindo um maior retorno de renda para o produtor.

2.2.1 Sistemas agroflorestais com cafeeiros

Os SAFs aumentam a multifuncionalidade da agricultura e podem condicionam maior segurança de renda para os produtores, pois proporcionam uma produção

mais estável do café (CAMPANHA, 2001; ALVARENGA et al., 2004). Entretanto, a obtenção de altos rendimentos na produtividade, como mencionando anteriormente depende da interação entre as espécies e de sua adaptabilidade à região (ABDO et al., 2008), além disso, ainda há pequena disponibilidade de dados sobre as interações entre os componentes do sistema e a pesquisa ainda é insipiente para estes modelos de cultivo.

Sales et al. (2013b) relataram experiências do uso de sombreamento em cafezais por pequenos produtores na região norte do Estado do Espírito Santo. Os autores expuseram a percepção destes agricultores em relação à adoção do SAF. Os resultados encontrados foram que dos 58 produtores entrevistados 37 estavam satisfeitos com o cultivo neste sistema e que os produtores observaram que os resíduos das espécies promoveram a cobertura do solo proporcionando proteção e manutenção da umidade do solo por um longo período.

A insatisfação dos produtores com os SAFs, segundo os autores deve-se a competição dos componentes arbóreos com o cafeeiro, à restrição da legislação para corte das árvores e o manejo inadequado do sistema. Sales et al., (2013b) ainda ressaltam que quando feito o manejo com adoção de espaçamento adequado, é possível potencializar a produção dos indivíduos arbóreos, assim como a do cafeeiro.

Outras experiências envolvendo o café conilon foram realizadas por Marques (2000) no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES, com plantio de palmito de pupunha com espaçamento de 6,0 x 2,0 m o cafeeiro em 3,0 x 1,0 m. Este consórcio possibilitou um aumento de 14% à produção de café com incremento de 1.708 kg/ha de palmito e nos cultivos de adensamento da pupunha na lavoura de café conilon houve uma maior produção de palmito. Nannetti (2012) estudando o café arábica orgânico em Minas Gerais, consorciado com espécies nativas dispostas irregularmente no local, verificou maior produtividade e desenvolvimento do caule e altura em cafeeiros sob meio sombra do Jacarandá Paulista comparado a condições de pleno sol e sombreamento. O autor ainda constatou maiores porcentagens de maturação de grãos cerejas nestas condições de meia sombra.

Na região Norte do Estado do Espírito Santo, Loss (2007) constatou elevação da qualidade do café conilon e sugeriu que este fato ocorreu devido ao sombreamento

proporcionado na lavoura atribuindo cores mais intensas nos grãos com redução do índice de ataque da broca do café. Além do mais, contribuiu positivamente na renda da família por meio da agregação de valor ao café associado à diversificação de produção de produtos como o coco e a banana.

O uso de SAFs em regiões próximas aos Parques Estadual da Serra do Brigadeiro e Nacional do Caparaó torna-se promissora, uma vez que a região caracteriza-se pela presença de cafezais a pleno sol e pastagens, além dos parques serem constituídos de remanescentes. Os SAFs possibilitam a formação de corredores ecológicos e as experiências têm tido resultados satisfatórios, como relataram por Méier et al. (2011). O autor menciona o uso de SAF com cafezais em Araponga, MG, em uma área de preservação permanente constituindo-se em 150 espécies nativas e exóticas, cuja função é o sombreamento do cafeeiro e a produção de bens e serviços ambientais.

O sistema em questão proporcionou produção de produtos alimentícios, atribuiu ao café uma alta qualidade e os componentes arbóreos promoveram aumento da diversidade de fauna e flora, assim como conservação do solo por meio da ciclagem de nutrientes (MÉIER et al., 2011).

A introdução de componentes arbóreos em lavouras cafeeiras reduzem os níveis de irradiância e alteram o microclima local proporcionando temperaturas mais amenas (GOMES et al., 2008; LUNZ et al., 2009), desta forma, interferem nas estruturas morfológicas e anatômicas da planta, além de alterar suas trocas gasosas influenciando no seu desenvolvimento e na produtividade (LUNZ, 2006). Alguns autores relatam menor crescimento de cafeeiros sombreados (MORAIS et al., 2003; RIGHI, 2005; CAMPANHA, 2001). Por outro lado, outros autores não encontraram diferença no desenvolvimento de cafeeiros sobre manejo a pleno sol e sombreado (LUNZ, 2006; LEMOS et al., 2007; LUNZ et al., 2009; RODRIGUES, 2009; NANNETTI, 2012).

Algumas adaptações são observadas em cafeeiros sombreados, como aumento da área foliar (RIGHI, 2005) em função da melhor distribuição do fitohormônio auxina promovendo maior crescimento e distensão celular e assim, contribuindo para maior captação de luz (MORAIS et al., 2003; GOMES et al., 2008). Observa-se também redução da densidade foliar (RIGHI, 2005), da espessura do limbo foliar (MORAIS,

et al., 2004; GOMES et al., 2008), do número de estômatos e da taxa fotossintética (MORAIS et al., 2003) e das taxas de transpiração devido a amenização das temperaturas condicionada pelo sombreamento (MORAIS et al., 2003).

Outros benefícios proporcionados pelos cafezais arborizados são o retardamento e uniformidade da maturação dos frutos, as quais condicionam produção de grãos de maiores tamanhos e com melhor qualidade (MOREIRA, 2003; VAAST et al., 2006; LOSS, 2007). O cafeeiro a pleno sol apresenta atributos negativos a qualidade do fruto, como maior amargor e adstringência (VAAST et al., 2006) e além do mais, o excesso de radiação interfere no desenvolvimento das propriedades organolépticas responsáveis por conferir maior qualidade de bebida (LUNZ, 2006).

A influência do sombreamento sobre as características vegetativas, fisiológicas, fenológicas e de frutificação do cafeeiro, como mencionadas anteriormente, possibilita a produção de cafés especiais, os quais são produzidos de forma que promova o mínimo de impacto ao meio ambiente e devido a isto, vêm sendo valorizado no mercado nacional e internacional proporcionando independência aos cafeicultores do mercado dos cafés “*commodity*” que estão em constantes oscilações de preço (CAMPANHA, 2001; MOREIRA, 2003; RODRIGUES, 2009; MANCUSO et al., 2013).

As condições de sombreamento em cafezais dificultam a mecanização, promove maior concorrência pelos nutrientes e água do solo e condicionam menor produtividade de café, mas este impasse pode ser evitado ao introduzir espécies adequadas e compatíveis com a cultura agrícola, assim como as condições edafoclimáticas da região e em espaçamentos apropriados. Além do mais, proporcionam benefícios ecológicos como o aumento da biodiversidade e conservação ambiental (MELLIS e SILVA, 1978; LUNZ, 2006; MANCUSO et al., 2013).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização e caracterização da área de instalação do experimento

O experimento localiza-se na região do Caparaó no município de Guaçuí-ES (Figura 1) sendo geograficamente localizada a $20^{\circ} 47' 50,4789''$ de Latitude Sul e $41^{\circ} 47' 46,3777''$ de Longitude Oeste a uma altitude de 720 m. O clima é classificado segundo Köppen-Geiger como Cwa, ou seja, tropical quente e úmido com inverno frio e seco. A temperatura média anual é de cerca de 20°C com precipitação média anual de 1.300 mm.

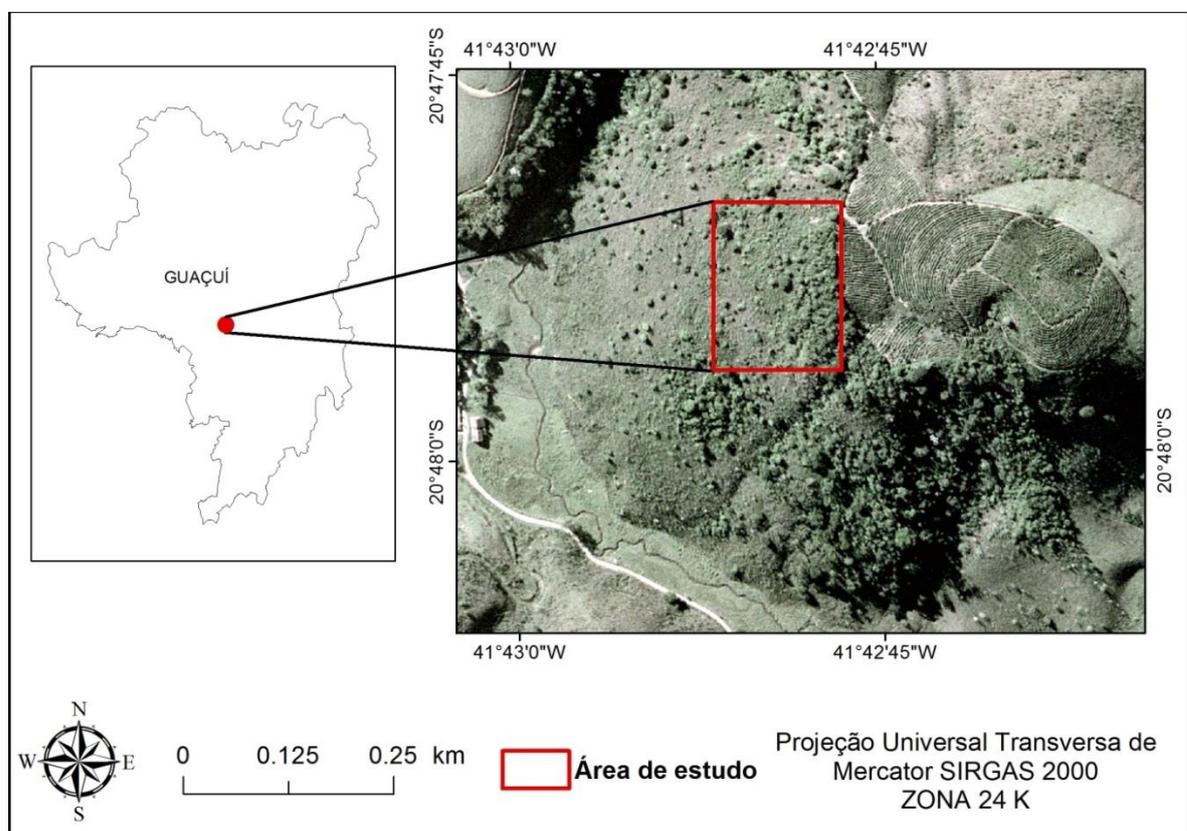


Figura 1- Mapa de localização da área experimental de estudo, Município de Guaçuí, Espírito Santo.

O experimento foi implantado sob um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico onde foram coletadas amostras em cada parcela de ambos os sistemas nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm em junho de 2014 para caracterização química e física (Tabelas 1 e 2) realizadas no Laboratório de Análise de Solo Raphael M. Bloise do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

Tabela 1 - Caracterização química¹ do solo da lavoura de *Coffea arabica* L. sob dois sistemas de cultivo nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm.

Sistema de Produção	Profundidades	pH H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	MO
			--mg dm ⁻³ --	-----cmol _c dm ⁻³ -----					---%---	
Convencional	0-5 cm	4,97	2,85	51,00	1,54	0,57	0,59	9,49	11,72	3,72
	5-10 cm	4,76	3,36	56,75	1,03	0,44	0,66	7,94	9,56	3,05
Agroflorestal	0-5 cm	5,35	1,59	79,25	1,97	1,78	0,23	6,62	10,58	4,14
	5-10 cm	5,54	1,86	89,75	2,67	1,25	0,06	6,39	10,55	4,12

¹pH em H₂O (relação 1:2,5); K = potássio trocável determinado por fotometria de chama, após extração com Mehlich 1; Ca, Mg = cálcio e magnésio trocáveis determinados em absorção atômica, após extração com cloreto de potássio; Al = alumínio trocável extraído com KCl e determinação por titulação; H +Al = acidez potencial por extração com cloreto de cálcio e determinação por titulação; P = fósforo por calorimetria após extração com Mehlich 1; T (capacidade de troca de cátions potencial) = (K/390)+(Na/230)+Ca+Mg+(H+Al) (EMBRAPA, 1997) e MO: matéria orgânica do solo (WALKEY e BLACK, 1934).

Tabela 2 - Caracterização física¹ solo da lavoura de *Coffea arabica* L. sob dois sistemas de cultivo.

Sistemas	Areia	Silte	Argila	Ds	Dp	PT
	-----g kg ⁻¹ -----			----- kg dm ⁻³ -----	m ³ m ⁻³	
Convencional	375,33	97,74	526,93	1,08	2,35	0,54
Agroflorestal	408,01	95,20	496,79	1,12	2,27	0,51

¹Silte e argila: método da pipeta -agitação lenta (ALMEIDA et al., 2012); Ds = Densidade do solo determinada pelo método da proveta; Dp = Densidade de partículas determinada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997); PT=1-(Ds/Dp).

3.2 Descrição do fragmento florestal

A vegetação que compõe o fragmento florestal é classificada como Floresta Estacional Semidecidual com ocorrência desde o Rio Grande do Sul até a Bahia e além de serem encontradas em algumas manchas isoladas no nordeste do país (PROBIO, 2004; MAY e TROVATTO, 2008). Este ecossistema caracteriza-se por apresentar duas estações climáticas definidas, o período de chuvas e o período de seca a qual condiciona uma estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, as quais 20 a 50 % dos indivíduos perdem as folhas em função da deficiência hídrica e baixas temperaturas (URURAHY et al., 1983; IBGE, 2012).

As florestas localizadas nas altitudes de 500 a 1.500 m compõe a Floresta Montana, caracterizada pela frequente ocorrência de indivíduos dominantes como *Piptadenia* sp. (angico), *Cariniana* sp. (jequitibá), *Ocotea* sp. e *Nectandra* sp (canelas) e *Lecythis* sp. (sapucaia) (URURAHY et al., 1983).

O fragmento é composto por 32 espécies botânicas, pertencentes a 26 gêneros e 18 famílias que, somada às árvores mortas e em pé, resultaram em 490 indivíduos avaliados. As famílias de maior expressão foram Apocynaceae e Myrtaceae. A primeira obteve um valor de importância (VI) de 103,04 e contém apenas uma espécie, *Tabernaemontana solanifolia* A. DC. com 329 indivíduos distribuídos na área total. A segunda família é representada por três espécies, destacando-se a *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K.Schum., popularmente conhecido como ipê-roxo e apresenta o maior VI de 82,85 composta por 60 indivíduos. Em seguida, têm-se as espécies Mortas (Vi – 9,32) e as famílias Myrtaceae (VI – 19,53), Fabaceae (VI – 18,70) e Solanaceae (VI – 12,94) e as outras treze famílias obtiveram VI abaixo de 7,93 (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreo-arbustivas da floresta em estágio inicial de regeneração.

Espécie	N	Densidade		Dominância		Frequência		VI
		DA (n/0,3ha)	DR (%)	DoA (m ² /0,3ha)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	
<i>Tabernaemontana solanifolia</i> A. DC.	329	1096,67	67,14	65,14	29,12	100	6,78	103,04
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	60	200,00	12,24	142,79	63,82	100	6,78	82,85
<i>Psidium</i> sp.	10	33,33	2,04	0,55	0,25	100	6,78	9,07
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	9	30,00	1,84	0,38	0,17	25	1,69	3,70
<i>Myrcia</i> sp.	5	16,67	1,02	1,51	0,67	25	1,69	3,39
<i>Solanum refescens</i> Sendtn.	5	16,67	1,02	0,16	0,07	75	5,08	6,18
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	5	16,67	1,02	2,26	1,01	50	3,39	5,42
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	4	13,33	0,82	0,93	0,42	25	1,69	2,93
<i>Casearia sylvestris</i> S.W.	3	10,00	0,61	0,18	0,08	50	3,39	4,08
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	3	10,00	0,61	0,42	0,19	50	3,39	4,19
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	0,05	0,41	0,09	0,04	25	1,69	2,14
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex. Benth.	2	6,67	0,41	0,55	0,25	50	3,39	4,04
<i>Dalbergia</i> sp.	2	6,67	0,41	0,18	0,08	50	3,39	3,88
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	2	6,67	0,41	1,79	0,80	50	3,39	4,60
<i>Trichila</i> sp.	2	6,67	0,41	0,94	0,42	25	1,69	2,52
<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk	2	6,67	0,41	0,09	0,04	25	1,69	2,14
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Scult.	2	6,67	0,41	0,12	0,05	50	3,39	3,85
<i>Zanthoxylum</i> sp.	2	6,67	0,41	0,30	0,14	50	3,39	3,93
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	1	3,33	0,20	0,60	0,27	25	1,69	2,17
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	1	3,33	0,20	0,25	0,11	25	1,69	2,01

Tabela 3, Cont.

Espécie	N	Densidade		Dominância		Frequência		VI
		DA (n/0,3ha)	DR (%)	DoA (m²/0,3ha)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	1	3,33	0,20	0,14	0,06	25	1,69	1,96
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	1	3,33	0,20	0,05	0,02	25	1,69	1,92
<i>Byrsonia</i> sp.	1	3,33	0,20	0,07	0,03	25	1,69	1,93
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	1	3,33	0,20	0,49	0,22	25	1,69	2,12
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	1	3,33	0,20	0,03	0,01	25	1,69	1,91
<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	1	3,33	0,20	0,75	0,34	25	1,69	2,24
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reintz	1	3,33	0,20	0,18	0,08	25	1,69	1,98
<i>Myrcia splendens</i> (SW.) DC	1	3,33	0,20	0,20	0,09	100	6,78	7,07
<i>Casearia espiritosantenses</i> R. Marquete & Mansano.	1	3,33	0,20	0,04	0,02	25	1,69	1,92
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	3,33	0,20	0,06	0,03	25	1,69	1,93
Solanaceae sp1	1	3,33	0,20	0,28	0,12	25	1,69	2,02
Fabaceae sp1	2	6,67	0,41	0,23	0,10	25	1,69	2,21
Indeterminada 1	3	10,00	0,61	0,19	0,08	25	1,69	2,39
Indeterminada 2	2	6,67	0,41	0,10	0,05	50	3,39	3,84
Indeterminada 3	2	6,67	0,41	0,88	0,39	25	1,69	2,50
Morta	24	80,00	4,90	2,30	1,03	50	3,39	9,32
Subtotais	466	1546,71	95,10	221,44	98,97	1425	96,61	290,68
Mortas	24	80,00	4,90	2,30	1,03	50	3,39	9,32
Totais	490	1626,71	100,00	223,74	100,00	1475	100,00	300,00

3.3 Instalação do experimento

O experimento foi implantado em uma propriedade particular, sendo que desta, 0,6 hectares foram destinados ao plantio do cafeeiro sombreado e a pleno sol. No fragmento florestal em estágio inicial de regeneração existente na propriedade introduziu o café arábica (SAF) (Figura 2) e ao lado dessa área, realizou-se o plantio do café convencional (Figura 3).

Antes do plantio, na lavoura de cultivo convencional houve revolvimento do solo por meio de aração e gradeamento e posteriormente realizou-se calagem aplicando $4t\ ha^{-1}$ de calcário. As covas foram abertas manualmente nos dois sistemas de cultivo aplicando 200 g de calcário, 100 g de gesso agrícola e 200 g de superfosfato simples. Em dezembro de 2011 as mudas de café arábica da cultivar Catucaí 785/15 foram plantadas em curvas de nível com espaçamento de 3 x 1 m, na área correspondente aos tratamentos.



Figura 2 - Área de cultivo de café sombreado com 30 meses de implantação em um fragmento florestal em estágio inicial de regeneração.



Figura 3 - Área de cultivo de café a pleno sol com 29 meses de implantação.

Ambos os tratamentos passaram por tratos culturais para manutenção da lavoura, como capinas, adubações de cobertura e calagem como descrito na Tabela 4 correspondendo a um período de 29 meses entre a implantação e a colheita do café.

Tabela 4 - Descrição das atividades de manutenção nas lavouras convencional e agroflorestal desde a implantação até a colheita do café correspondendo a 29 meses.

Datas	Tratos culturais e fertilizações
Mar./2012	Capina manual e adubação de 15 g/planta da fórmula 20-00-20
Abr./2012	Adubação de 15 g/planta de nitrato
Ago./2012	Aplicação de fungicida e adubação com a fórmula 20-00-20
Dez./2012	Capina manual e adubação com 47,7 g/planta da fórmula 20-05-20
Jan./2013	Capina manual
Fev./2013	Aplicação de calcário
Mar./2013	Adubação da fórmula 20-00-20
Jul./2013	Capina manual
Out./2013	Capina manual
Nov.2013	Adubação da fórmula 20-00-20
Jan./2014	Adubação da fórmula 20-00-20
Mar./2014	Aplicação de fosfato natural
Abr./2014	Aplicação de herbicida na lavoura convencional e capina manual na lavoura sombreada e adubação com 100 g/planta da fórmula 20-00-20

3.4 Coleta de dados

Os dados coletados nas plantas de cafeeiro nos dois sistemas de produção foram referentes ao desenvolvimento da planta, área foliar, teor de matéria seca e produtividade, cujos procedimentos são descritos a seguir.

3.4.1 Desenvolvimento do cafeeiro

O desenvolvimento dos cafeeiros foram avaliados com auxílio de um paquímetro para medição do diâmetro do caule a 5 cm do solo e a altura com o auxílio de uma régua graduada, colocada paralelamente ao caule da planta, medindo-se a partir da base até a gema apical do ramo ortotrópico da planta.

3.4.2 Área foliar e teor matéria seca

A área foliar e o teor de massa seca foram determinados por meio do método destrutivo. O procedimento consistiu no corte rente ao solo dos cafeeiros que possuíam o diâmetro do caule mais próximo da média geral de cada parcela. Em campo, o material vegetal foi acondicionado em uma caixa de isopor forrada com papel alumínio. Em seguida, as folhas, ramos e caules foram levados imediatamente para o laboratório e determinou-se a área foliar através do medidor de área foliar (LI-3100, LI-COR, USA). Posteriormente foram lavadas com água deionizada e acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa a 60°C, até peso constante, em seguida foi obtida a matéria seca da parte aérea.

3.4.3 Produtividade do cafeeiro

Para obtenção da produção, colheu-se toda parcela manualmente, sendo os frutos derriçados na lona e em seguida, os frutos coletados por parcela foram pesados. A partir da produção obteve-se uma estimativa da produtividade de g planta^{-1} e kg ha^{-1} de café.

Em campo, retirou-se uma amostra de 1 kg de cada parcela de café da roça para determinar o rendimento por meio da razão entre o peso do café beneficiado e o

peso do café em coco, bem como para estimar a maturação dos frutos de café. As amostras foram levadas para o Laboratório de Botânica do CCA-UFES, em Alegre-ES, e assim, realizou-se a pesagem do café, os quais foram separados e quantificados em vermelhos (cereja), verde e seco por meio de contagem. Posteriormente, os frutos foram submetidos à secagem em estufa a 40°C com ventilação forçada, até atingir umidade em torno de 12%, obtendo-se o café coco, que em seguida foi beneficiado. A partir destes dados determinou-se o rendimento, tal como a proporção da quantidade de grãos cerejas, verdes e secos na amostra de 1kg, sendo representadas em porcentagem.

Os grãos foram classificados segundo Lunz (2006) como verdes quando apresentavam casca (exocarpo) com coloração verde e esverdeada; os maduros (cereja) apresentavam a casca avermelhada, vermelho e vermelho escuro e os secos caracterizavam-se pelo exocarpo de cor marrom e com aspecto desidratado.

3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições totalizando oito parcelas experimentais. Em cada unidade experimental, na 2ª e 3ª linha foram marcadas 10 plantas centrais, as quais corresponderam à área útil e estas serviram como referência nas avaliações de desenvolvimento no decorrer da pesquisa. As parcelas constituem-se em 5 linhas compostas por 19 plantas em cada fileira (Figuras 4 e 5).

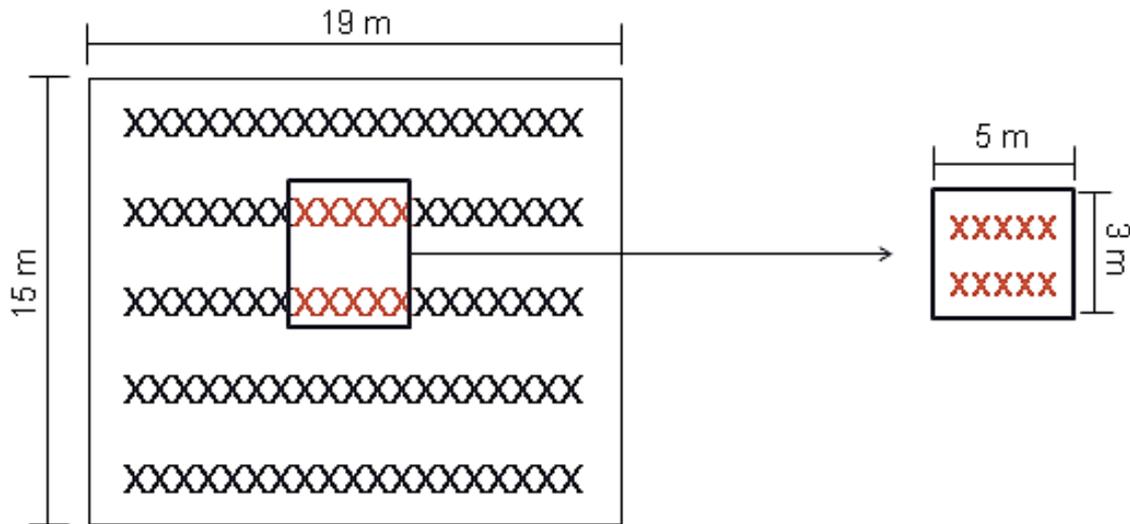


Figura 4 - Demonstração detalhada da marcação dos cafeeiros na parcela e da parcela de amostragem, sendo que as linhas do cafeeiro são em curvas de nível.

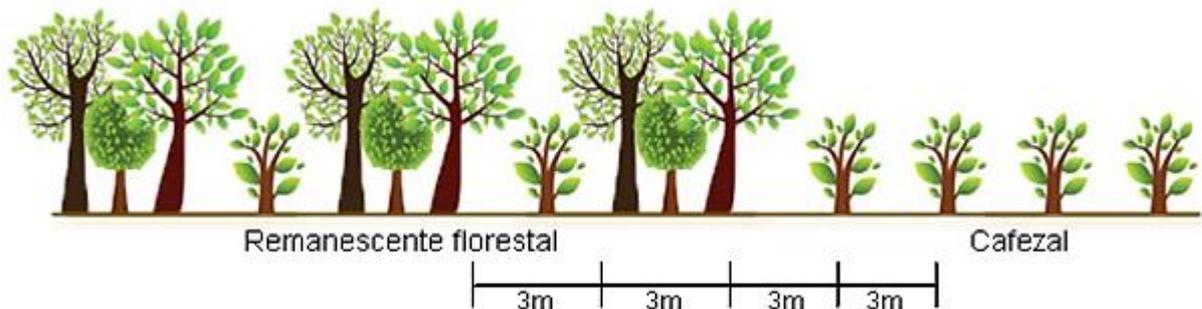


Figura 5 – Desenho esquemático de um corte transversal do experimento demonstrando a disposição do remanescente florestal e dos cafeeiros.

As avaliações de desenvolvimento no cafeeiro iniciaram a partir do mês de abril de 2012, seguindo-se trimestralmente até o mês de julho de 2013 e uma semestral no mês de janeiro de 2014, totalizando 7 avaliações. A área foliar e a matéria seca foram determinadas no mês de maio de 2012 e a colheita do café foi realizada em março de 2014, quando o café possuía cerca de 2 anos e meio.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de significância de 5% por meio do Software R 3.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento do café

Foram observadas diferenças significativas no diâmetro do caule dos cafeeiros entre os sistemas de cultivo, sendo o sistema convencional o que proporcionou o maior desenvolvimento no diâmetro do caule (Tabela 5).

Tabela 5 - Diâmetro do caule (cm) do café arábica (*Coffea arabica* L.) sob dois sistemas de produção durante 25 meses de avaliação após plantio.

Tratamento	Avaliações ¹						
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Sistema convencional	0,81a	1,10a	1,28a	1,51a	1,93a	2,38a	3,37a
Sistema agroflorestal	0,72a	0,99a	1,03b	1,11b	1,17b	1,37b	1,75b

¹1^a avaliação – aos 4 meses; 2^a avaliação – aos 7 meses; 3^a avaliação – 10 meses; 4^a avaliação – 13 meses; 5^a avaliação – 16 meses; 6^a avaliação – 19 meses e 7^a avaliação – 25 meses.

As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

A diferença entre os tratamentos aumentou com o passar do tempo tornando-se mais evidente a partir da quarta avaliação após o plantio, cujos resultados médios de diâmetro variaram de 1,11 cm no tratamento agroflorestal a 1,51 cm no tratamento a pleno sol. Aos 25 meses foi o momento em que se observou maior discrepância entre tratamentos, cujos diâmetros médios variaram de 1,75 cm a 3,37 cm sob sombreamento e a pleno sol respectivamente. No entanto, apesar de não mostrarem diferenças significativas, durante as três primeiras avaliações as diferenças verificadas entre tratamentos são reduzidas, apresentando, seguidamente, resultados médios de 0,72 cm, 0,99 cm e 1,03 cm no sistema agroflorestal e 0,81 cm, 1,10 cm e 1,28 cm no sistema convencional.

Os resultados encontrados corroboram com aqueles obtidos por Ricci et al. (2006) e Jesus (2008) que verificaram aumento no diâmetro do caule em sistemas de maior exposição ao sol. Lunz (2006) também encontrou maiores diferenças em diâmetro basal aos 8 meses após o plantio do cafeeiro em consócio com a seringueira no

sistema de maior exposição a radiação solar e aos 38 meses conferiu menores diferenças dos sistemas mais sombreado e o exposto a pleno sol. De acordo com o autor, este comportamento deve-se a ao início do período de fase reprodutiva em que os frutos passam a competir por fotoassimilados.

Os dados de desenvolvimento em altura apresentaram comportamento semelhante aos dados de diâmetro (Tabela 6). A altura dos cafeeiros sob sistema convencional apresentou resultados médios de altura, significativamente maiores que no sistema agroflorestal a partir da segunda avaliação sendo observadas diferenças mais evidentes na sexta e sétima medições após o plantio, cujos valores médios obtidos foram 42,04 cm e 59,93 cm sob sombreamento e 65,62 cm e 93,17 cm a pleno sol. Ricci et al. (2006) também relatam menor altura média em cafeeiros sombreados com banana e eritrina, sendo este comportamento observado até os 15 meses de plantio e atribuindo a estes resultados a competição por água e nutrientes entre os componentes arbóreos e o cafeeiro. No mesmo trabalho Ricci et al. (2006) também mencionam que após os 15 meses não observaram diferenças de altura entre os sistemas de produção.

Tabela 6 - Altura (cm) do café arábica (*Coffea arabica* L.) em dois sistemas de produção durante 25 meses de avaliação após plantio.

Tratamento	Avaliações ¹						
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Sistema convencional	13,46a	22,88a	25,51a	40,67a	53,19 ^a	65,62a	93,17 ^a
Sistema agroflorestal	14,17a	17,80b	22,01a	30,04b	39,69b	42,04b	59,93b

¹1^a avaliação – aos 4 meses; 2^a avaliação – aos 7 meses; 3^a avaliação – 10 meses; 4^a avaliação – 13 meses; 5^a avaliação – 16 meses; 6^a avaliação – 19 meses e 7^a avaliação – 25 meses. As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Semelhança entre altura de cafeeiros sob diferentes sistemas de cultivo/sombreamento/irradiação foram obtidas por Lunz et al. (2009) após 38 meses. Além do mais, observaram um maior comprimento de internódios do ramo ortotrópico nos tratamentos com maior radiação, proporcionando um leve estiolamento em cafeeiros com menores níveis de irradiância. Embora este mecanismo otimize a captação de luz (MORAIS et al., 2003), neste caso, segundo

Lunz et al. (2009) não foi suficiente para superar as alturas das plantas sob maior irradiância.

Este estudo do desenvolvimento em altura dos cafeeiros difere dos resultados reportados por Righi (2005), Moraes et al. (2003) e Jesus (2008). Os autores constataram que em sistema com menor irradiância, os cafeeiros apresentaram alturas superiores aos do sistema a pleno sol.

Diferentes mecanismos regem os potenciais e limitações do desenvolvimento dos vegetais, sendo alguns deles intensificados em sistemas mistos como os sistemas agroflorestais. A competição por água e nutrientes entre os cafeeiros e o componente arbóreo intensificam as limitações para o seu desenvolvimento, tornando-o mais lento se comparado á sistemas de café solteiro, sobretudo aqueles de maior espaçamento. Esses fatores externos à planta exercem influencia sobre os fatores intrínsecos, por exemplo, a área foliar onde Moraes et al. (2003), Ricci et al. (2006) e Campanha (2001) constataram maior área foliar em cafeeiros sombreados, tais resultados discordam com os encontrados aos 5 meses após o plantio em que não houveram diferença significativa a 5% (Tabela 7).

Apesar da tendência do cafeeiro possuir maior área foliar específica em condições de sombreamento, isto não é suficiente para igualar a área foliar total, fato relatado por Righi (2005) e Lunz et al. (2009). Righi (2005) ainda observou maior densidade foliar e maior número de folhas em plantas expostas a 100% de radiação.

Cafeeiros sob maior exposição solar são caracterizados por apresentar folhas com menor superfície foliar, contudo estas apresentam maiores taxas fotossintéticas devido ao aumento na espessura do limbo foliar (MORAIS et al., 2003; GOMES et al., 2008). Estes se constituem em várias camadas de células ricas em cloroplastos consequentemente proporcionando um metabolismo mais ativo elevando a produtividade das culturas (LARCHER, 2000; MORAIS et al., 2004).

Outros dados aqui apresentados contribuem para corroborar os efeitos observados sob o desenvolvimento do cafeeiro nos dois sistemas avaliados. Verifica-se na Tabela 7 que não houve alteração da massa média seca em ambos os tratamentos, os quais consistiram em valores de 3,06 g/planta e 2,33 g/planta nos sistemas agroflorestal e a convencional. Ricci et al. (2006) também observou que não houve

alteração da massa média das folhas, ao passo que Lunz et al. (2009) notaram que ocorreu um menor acúmulo de matéria seca seguido de realocação de biomassa proporcional nas partes vegetativas da planta (frutos, folhas, caule e ramos) sob menor disponibilidade de radiação e assim, contribui para o seu crescimento. Morais et al. (2003) e Morais et al. (2004) estão de acordo com resultados de acúmulo de menor matéria seca sob sombreamento e além de observarem menor número de estômatos em cafeeiros sob estas condições.

Tabela 7 - Área foliar (AF) e matéria seca (MS) do café arábica (*Coffea arabica* L.) cultivado em dois sistemas de produção após 5 meses de plantio.

Tratamento	AF	MS
	cm ²	g planta ⁻¹
Sistema convencional	314,93a	2,33a
Sistema agroflorestal	438,77a	3,06a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

O menor crescimento em altura e diâmetro do cafeeiro sob sombreamento correlacionado com a área foliar e a massa seca demonstra as alterações fisiológicas que ocorrem nesta planta para se adaptar a estas condições e concomitantemente potencializar o aproveitamento de luminosidade na busca por um maior desenvolvimento e produtividade.

4.2 Produtividade do cafeeiro

Foram observadas diferenças de produtividade por planta entre os sistemas de produção, sendo o sistema a pleno sol o que apresentou maior produtividade (Tabela 8).

Tabela 8 - Produtividade média de café da roça da primeira safra do café arábica (*Coffea arabica* L.) cultivado em dois sistemas de produção após 29 meses de plantio.

Tratamento	Produtividade	
	g planta ⁻¹	kg ha ⁻¹
Sistema convencional	623,16a	2077,19a
Sistema agroflorestal	15,28b	50,92b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Os resultados concordam com Vaast et al. (2006) que estudando a produtividade do café na Costa Rica durante 3 anos, obteve maior produtividade (g planta⁻¹) em cafeeiros a pleno sol, assim como Campanha (2001) em um estudo de 2 anos. Baggio et al. (1997) constatou grande variação da produtividade ao longo do tempo de cafeeiro sob diferentes condições de sombreamento com grevílea, e dentre os tratamentos estudados, o café sob maior sombreamento contribuiu para uma menor produtividade de café beneficiado em kg.ha⁻¹.

Resultados encontrados por Nannetti (2012) discordam dos obtidos neste estudo, em que avaliando plantas de café consorciado com Jacarandá (*Machaerium villosum* Vog.), constatou que cafeeiros localizados abaixo da copa da árvore apresentaram maior produtividade (g.planta⁻¹) do que as plantas a pleno sol. Em comparação com outros estudos realizados por Marques (2000), Moreira (2003), Vaast et al. (2006), Pezzopane et al. (2007) e Nannetti (2012) a produtividade obtida neste experimento foi relativamente baixa, mas isto se deve ao fato desta ser a primeira colheita após o plantio. Além do mais, a colheita caracterizou-se pela presença de algumas plantas com nenhuma produção de grãos em cafeeiros sob o remanescente florestal. Esta eventualidade também foi observada por Leal et al. (2005) na primeira colheita do café a pleno sol e em sistema agroflorestal com bracatinga após dois anos de recepa.

A menor produção de café no cultivo sombreado deve-se possivelmente a estrutura florestal em diferentes níveis de estratos (dossel) proporcionando um denso sombreamento. Apesar de o remanescente florestal estar em estágio inicial de regeneração e ainda que não se tenha determinado o nível de sombreamento ou

radiação incidente, observa-se em campo um sombreamento mais intenso quando comparado com sistemas consorciados com apenas uma espécie arbórea.

Certamente, nestas condições ocorre competição por água e nutrientes e a redução da disponibilidade de luz como descrito e relatado por Campanha (2001), Lunz (2006) e Ricci et al. (2006), uma vez que além das influências promovidas pelas árvores existem outros fatores externos, como precipitação, temperatura, topografia regional e dentre outros que interligados em situação de campo dificulta inferir precisamente como o componente arbóreo influenciou neste resultado.

Entre os benefícios proporcionados pelo sombreamento têm-se a maior quantidade de frutos cerejas (Campanha, 2001; Lunz, 2006; Jesus, 2008). Entretanto, neste estudo as proporções obtidas de frutos vermelhos e verdes/secos foram semelhantes (Tabela 9).

Tabela 9 -- Maturação dos frutos (%) nos diferentes estádios, em amostra de 1 kg de *Coffea arabica* L., sob dois sistemas de produção.

Classificações	Tratamentos	
	Sistema convencional	Sistema agroflorestal
Café cereja (vermelho)	76,02a	77,30a
Café Coco	31,55a	30,39a
Café Beneficiado	12,71a	15,93a
Café Verde/Seco	23,98a	22,70a
Café Coco	84,49a	83,37a
Café Beneficiado	40,18a	43,51a

As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

A produção proporcional semelhante de frutos cerejas entre os sistemas de cultivo deve-se provavelmente à maior exposição dos cafeeiros convencionais a irradiância e à temperatura. Estes fatores aceleram o amadurecimento dos frutos e dificulta que o café desenvolva as características organolépticas que conferem a qualidade de bebida. Em contrapartida, em condições de sombreamento em que os componentes arbóreos proporcionam um ambiente com temperaturas mais amenas ocorre retardamento da maturação e assim, possibilita maior enchimento influenciando em grãos de maiores tamanhos, refletindo diretamente em melhor qualidade (MANCUSO et al., 2013; LUNZ, 2006).

Proporções diferenciadas de maturação dos frutos foram obtidas por Youkhana e Idol (2010) e Lunz (2006). A partir de uma amostra de 300 gramas, Lunz (2006) observou que em cafeeiros sob menor irradiância (25, 30, 35, 40 e 45%) proporcionou uma menor porcentagem de grãos verdes, entretanto, aumentou a porcentagem de grãos secos em relação ao sistema com maior radiação disponível. Youkhana e Idol (2010) constataram maiores resultados de grãos verdes no cultivo a pleno sol com base no peso de 100 grãos.

A proporção de café em coco e beneficiado para as classificações de frutos cereja e verde/seco foram semelhantes entre o sistema agroflorestal e a pleno sol. Tais resultados discordam de Jesus (2008) em que verificou produtividade semelhante de café em coco e beneficiado em sistemas de cafeeiros consorciados com seringueira com elevado nível de irradiância, as quais resultaram em maiores valores médios. Estes resultados podem contribuir na redução do tamanho dos grãos devido a maior carga de frutos por cafeeiro durante o período de enchimento, como relatado por Vaast et al. (2006).

O rendimento fornecido pela razão entre café beneficiado e em coco a partir dos frutos cerejas foi significativamente diferente com maior valor médio para o sistema agroflorestal (Tabela 10).

Tabela 10 – Rendimento de café (%) nos diferentes estádios, em amostra de 1 kg de *Coffea arabica* L., sob dois sistemas de produção.

Rendimento	Tratamentos	
	Sistema convencional	Sistema agroflorestal
Café cereja	47,62b	53,58a
Café verde/seco	40,96a	52,13a

As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância.

Tais resultados podem ser em função de ser a primeira colheita a qual promoveu melhor formação dos frutos devido as melhores condições microclimáticas no remanescente florestal, como relatado por Lunz (2006). A autora ainda observou uma redução do rendimento com o aumento da disponibilidade de irradiância.

Lima et al. (2007) estudando um consócio de cafeeiro com grevilea, verificou que houve uma redução do rendimento de acordo com que reduz a densidade de plantio das grevileas, fato este associado a abscisão das flores de café sob menores

densidade de árvores. Entretanto nos tratamentos com densidades maiores de 69 grevilea/ha⁻¹ observaram um aumento do rendimento.

A menor produtividade do cafeeiro em sistemas agroflorestais pode ser compensada pelos benefícios proporcionados por esta prática de manejo, a qual influencia diretamente na maior qualidade de bebida elevando o valor do produto no mercado. Além disso, DaMatta (2004) ressalta, que nestas condições há uma tendência dos cafeeiros florescer e produzir uma boa colheita a cada ano sem ocorrer muitas alternâncias de produção (bienalidade).

4.3 Efeito do sistema agroflorestal com o cafeeiro sobre as espécies arbóreas

O desenvolvimento em diâmetro dos componentes arbóreos que constituem o remanescente florestal indica que houve o uso dos nutrientes e água disponíveis no solo, sugerindo com isso a ocorrência de competição das árvores com a cultura do café (Tabela 11).

Tabela 11 – Diâmetro inicial (DAP_i) e final (DAP_f) em cm dos componentes arbóreos que constituem o remanescente florestal.

Espécie	ΣDAP _i ¹	ΣDAP _f ²
	----- cm -----	
<i>Tabernaemontana solanifolia</i> A. DC.	3046,93	3365,90
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	540,78	888,50
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	59,87	80,57
<i>Psidium</i> sp.	54,85	52,37
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	41,18	48,70
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	38,54	44,84
<i>Myrcia</i> sp.	38,15	11,27
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	34,75	22,39
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	30,48	28,98
<i>Trichila</i> sp.	27,07	65,03
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex. Benth.	18,92	22,61

¹Avaliação em janeiro/2012; ²Avaliação em julho/2014.

Tabela 11, Cont.

Espécie	ΣDAP_i^1	ΣDAP_f^2
	----- cm -----	
<i>Solanum refescens</i> Sendtn.	18,42	19,75
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	17,52	26,27
<i>Zanthoxylum</i> sp.	14,97	18,63
<i>Casearia sylvestris</i> S.W.	14,11	17,99
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Scult.	11,15	12,61
<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	10,76	22,04
<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk	9,59	10,83
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	9,55	10,67
<i>Myrcia splendens</i> (SW.) DC	9,04	9,55
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	8,28	15,38
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	7,01	45,99
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reintz	6,73	17,75
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	6,37	10,80
<i>Byrsonia</i> sp.	5,40	12,74
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	3,89	6,54
<i>Dalbergia</i> sp.	3,82	5,67
<i>Casearia espiritosantenses</i> R. Marquete & Mansano.	3,57	5,10
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	3,50	4,39
Fabaceae sp1	13,12	16,91
Solanaceae sp1	3,68	13,38
Indeterminada 1	13,15	18,98
Indeterminada 2	4,33	11,46
Indeterminada 3	26,11	33,09

¹Avaliação em janeiro/2012; ²Avaliação em julho/2014.

Em um levantamento fitossociológico realizado por Campanha (2001) em que avaliou o desenvolvimento de espécies nativas e frutíferas consorciados com o cafeeiro observou-se o crescimento no diâmetro à altura do peito. O autor sugeriu que a competição entre indivíduos contribuiu para o desenvolvimento em diâmetro dos componentes arbóreos, uma vez que no experimento realizado, os tratamentos receberam a mesma quantidade de fertilizantes.

Os resultados obtidos também concordam com Duarte (2007), em que avaliou sistemas agroflorestais em diferentes municípios localizados na Zona da Mata no sudoeste de Minas Gerais, os quais foram selecionaram indivíduos arbóreos que segundo produtores apresentavam compatibilidade com os cafeeiros, como o

Aegiphila sellowiana, *Senna macranthera* e *Leuhea grandiflora*, e estes apresentaram diferenças no diâmetro durante um ano de estudo.

A possível competição entre as espécies florestais e o cafeeiro, são fatores que podem ter contribuído negativamente no desenvolvimento e na produtividade do cafeeiro para este estudo, uma vez que esta vegetação já estava estabelecida e mais adaptada às condições locais do que o cafeeiro. Por outro lado, o manejo da cultura agrícola com aplicação de fertilizantes e controle de plantas espontâneas proporcionou desenvolvimento das espécies arbóreas, isto demonstra o potencial destes consórcios para a recuperação de áreas degradadas, assim como reconstituição de reservas legais e/ou áreas de preservação permanente, de acordo com as permissões e diretrizes da legislação vigente.

5 CONCLUSÕES

O sombreamento reduziu o diâmetro das plantas de café a partir da quarta avaliação até a última avaliação realizada, e também a produtividade, todavia, não houve diferenças na medida de área foliar e teor de matéria seca das plantas quando comparado com o cultivo a pleno sol.

O manejo de café no remanescente florestal proporcionou maior desenvolvimento do diâmetro à altura do peito nos componentes arbóreos.

Resultados mais satisfatórios poderiam ser obtidos por meio do manejo do remanescente florestal, entretanto o sistema agroflorestal contribui para maior biodiversidade do ecossistema.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v.1, p. 50-59, 2008.

ALMEIDA, B. G. de; DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; BRAIDA, J. A.; VIANA, J. H. M.; REICHERT, J. M. M.; OLIVEIRA, L. B.; CEDDIA, M. B.; WADT, P. G. S.; FERNANDES, R. B. A.; PASSOS, R. R.; DECHEN, S. C. F.; KLEIN, V. A.; TEIXEIRA, W. G. **Padronização de métodos para análise granulométrica no Brasil. Embrapa Solos**, 2012. 11 p. (Embrapa Solos: Comunicado Técnico, 66).

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. . **Revista agricultura: experiências em agroecologia**, Rio de Janeiro, v.8, n.2, 2011.

ALVARENGA, A. de P.; VALE, R. S. do.; COUTO, L.; ANGELI, F.; VALE, F. do.; VALE, A. B. do. Aspectos fisiológicos da cultura do café e seu potencial produtivo em sistemas agroflorestais. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p. 195-202, 2004.

BAGGIO, A. J. Sistema agroflorestal grevília x café: início de nova era na agricultura paranaense?. Curitiba: EMBRAPA–URPFCS, 1983. 15p. (EMBRAPA–URPFCS. Circular técnica, 09).

BAGGIO, A. J.; CARAMORI, P. H.; FILHO, A. A.; MONTOYA, L. **Efeitos de diferentes espaçamentos de grevília em consórcio com cafeeiros**. Londrina, 1997. 24p. (Boletim Técnico, 56).

CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, R. B. **Sistemas agroflorestais em espaços protegidos**. São Paulo: Secretária de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2011.

CAMPANHA, M. M. **Análise comparativa de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em sistemas agroflorestal e monocultivo na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 148 f. Tese (Doutor em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2001.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica – uma rede pela floresta**. Brasília: Rede de ONGs da Mata Atlântica, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da Safra brasileira: café. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Segundo Levantamento**, Brasília, v.1, n.1, p. 1-61, 2014.

CUNHA, D. A. da. **Integração de preços no mercado internacional de café**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestre em Economia Aplicada), Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

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

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, S. R. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.4, p. 485-510, 2007.

DUARTE, E. M. G. Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica. 2007. 132 f. Dissertação (Mestre em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Advancing agroforestry on the policy agenda: a guide for decision-makers**. Rome, 2013.

FORTUNATO, D. de O. B. Uma análise do Espírito Santo à luz do processo de implantação dos grandes projetos. **Dimensões**, v. 27, p. 40-62, 2011.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUO NACIONAL DE PESQUISAS ESPECIAIS - INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata atlântica período de 2005–2008**. São Paulo, 2009.

GOMES, I. A. C.; CASTRO, E. M. de.; SOARES, A. M.; ALVES, J. D.; ALVARENGA, M. I. N.; ALVES, E.; RODRIGUES, J. P.; BARBOSA A. D.; FRIES, D. D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. "Oeiras" sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 109-115, 2008.

GROSSELLI, R. M. **Colônias imperiais na terra do café: camponeses trentinos (vênetos e lombardos) nas florestas brasileiras, Espírito Santo, 1874-1900.**

Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo, 2008.

GUARNIERI, L. C. **Alguns aspectos sócio-econômicos do planejamento da cafeicultura.** 1979. 229 f. Dissertação (Mestre em Ciências Econômicas) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

INSITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. 2 ed. IBGE, Rio de Janeiro, 2012. 271p.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). Statistics. **Historical Data.**

Disponível em: <http://www.ico.org>. Acesso em: 27 jul. 2014.

JESUS, J. de. **Atributos do solo e da nutrição do cafeeiro em sistema agroflorestal e em monocultivo.** 2008. 148 f. Tese (Doutor em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** Tradução C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000.

LEAL, A. C.; SOARES, R. V.; CARAMORI, P. H.; BATISTA, A. C. Arborização de cafeeiros com bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). **Floresta**, v. 35, n.1, 2005.

LEMOS, C. L.; MATSUMOTO, S. N.; COELHO, R. A.; LIMA, J. M.; CESAR, F. R. C. F.; BONFIM, J. A.; GUIMARÃES, M, M, C.; SANTOS, M. A. F.; ARAÚJO, G. S.; SOUZA, A. J. de J. Avaliação do desenvolvimento vegetativo em cafeeiros sombreados e a pleno sol. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 1064, 2007.

LIMA, J. M.; CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; BONFIM, J. A. GUIMARÃES, M. M. LEMOS, C. L.; ARAÚJO, G. S.; SOUZA, A. J. de J. Produção e rendimento de café cultivado em sistema agroflorestal no município de Vitória da Conquista, Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 888-891, 2007.

LOSS, F. R. Sistema agroflorestal: café, banana e ingá. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

LUNZ, A. M. P. **Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol**. 2006. 95 f. Tese (Doutor em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LUNZ, A. M. P.; BERNARDES, M. S.; RIGHI, C. A. Crescimento e produtividade do cafeeiro sob diferentes níveis de sombreamento com seringueira. In: GONÇALVES, R. C. e OLIVEIRA, L. C. de. **Embrapa Acre: Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. 139-154 p.

MANCUSO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; PERDONÁ, M. J. Produção de café sombreado. **Colloquium Agrariae**, v.9, n.1, p. 31-44, 2013.

MARQUES, P. C. Utilização de palmáceas produtoras de palmito, para sombreamento de café conilon, no estado do Espírito Santo. In: I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** Poços de calda, MG, 2000.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretária da Agricultura Familiar, 2008.

MÉIER, M.; TEIXEIRA, H. M.; FERREIRA, M. G.; FERRARI, E. A.; LOPES, S. I.; LOPES, R.; CARDOSO, I. M. Sistemas agroflorestais em áreas de preservação permanente. **Revista agricultura: experiências em agroecologia**, Rio de Janeiro, v.8, n.2, 2011.

MELLIS, C. C. A.; SILVA, C. M. da. Culturas intercalares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 4, n. 44, p. 70-72, 1978.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUISHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. de A. Sombreamento de cafeeiros durante o desenvolvimento das gemas florais e seus efeitos sobre a frutificação e produção. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 400-406, 2009.

MORAIS, H.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. de A.; GOMES, J. G. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.10, p. 1131-1137, 2003.

MORAIS, H.; MEDRI, M. E.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. de A.; GOMES, J. C. Modifications on Leaf Anatomy of *Coffea arabica* caused by Shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 863-871, 2004.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestre em Ecologia de Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

NANNETI, A. N. **Produtividade de cafeeiros em sistema agroflorestal**. 2012. 38 f. Dissertação (Mestre em Sistemas de Produção na Agropecuária), Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2012.

NONNENBERG, M. J. B.; RESENDE, G. C. de. Desenvolvimento da agropecuária do Espírito Santo. In: INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Espírito Santo: Instituições, desenvolvimento e inclusão social**. Vitória: BIOS, 2010. p. 139-163.

PEZZOPANE, J. R.; JÚNIOR, M. J. P.; GALLO, P. B.; CARMARGO, M. B. P. de.; FAZUOLI, L. C. Avaliações fenológicas e agronômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana ‘prata anã’. **Bragantia**, v. 66, n. 44, p. 701-709, 2007.

PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL NA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA – PROBIO. **Levantamento da cobertura vegetal nativa do Bioma Mata Atlântica**. IESB – IGC, Rio de Janeiro, 2007. 84 p.

RICCI, M. dos S. F.; COSTA, J. R.; PINTO, A. N.; SANTOS, V. L. da S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

RIGHI, C. A. **Avaliação ecofisiológica do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sistema agroflorestal em monocultivo**. 2005. 113 f. Tese (Doutor em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ROCHA, H. C.; MORANDI, A. M. **Cafeicultura e grande indústria: a transição no Espírito Santo 1955-1985**. 2 ed. Vitória: Espírito Santo em ação, 2012.

RODRIGUES, V. G. S. Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros arborizados e a pleno sol. Embrapa Rondônia, Porto Velho, 2009. 4p. (Circular Técnica, 112).

RODRIGUES, V. G. S.; CASTILLA, C.; COSTA, R. S. C. da.; PALM, C. Estoque de carbono em sistema agroflorestal com café Rondônia – Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas, 2000.

SALES, E. F.; MÉNDEZ, V. E.; CAPORAL, F. R. e FARIA, J. C. Agroecological Transition of Conilon Coffee (*Coffea canephora*) Agroforestry Systems in the State of Espírito Santo, Brazil. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, n. 4, p. 405-429, 2013a.

SALES, E. F.; MÉNDEZ, V. E.; CAPORAL, F. R. Sistemas agroflorestais com cafezais no estado do Espírito Santo: o olhar do agricultor. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013b.

SALES, E. F.; TEIXEIRA, A. F.; ARAÚJO, J. B. CAPORAL, F. e SILVA, V. M. Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais com Cafezais no Estado do Espírito Santo: Uma Aproximação a uma Proposta de Transição Agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

SANCHEZ, P. A. Science in agroforestry. **Agroforestry Systems**, v. 30, p. 5-55, 1995.

SECRETÁRIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO – SEP. **Plano de desenvolvimento do Espírito Santo 2025: visão de futuro**. Espírito Santo: Macroplan, 2006.

URUHAHY, J. C. C.; COLLARES, J. E. R.; SANTOS, M. M. e BARRETO, R. A. A. **Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos estudo fitogeográfico**. In: Folhas São Paulo; Rio de Janeiro/Vitória. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, 1983. 780 p.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J-J.; GUYOT, B.; GENARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 197-204, 2006.

WALKLEY, A. & BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sciensi.**, v. 37, p. 29-38, 1934.

YOUKHANA, A. H.; IDOL, T.W. Growth, Yield and Value of Managed Coffee Agroecosystem in Hawaii. **Pacific Agriculture and Natural Resources**, v.2, p. 12-19, 2010.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2nd ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997.