



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**SOMBREAMENTO ARBÓREO NA PRODUÇÃO DO
CAFÉ.**

Aluno: FERNANDO GALANT DALASTRA

DOURADOS - MS
DEZEMBRO 2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**Titulo: SOMBREAMENTO ARBÓREO NA PRODUÇÃO
DO CAFÉ.**

Autor: Fernando Galant Dalastra

Acadêmico de Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Mario Carlos Rodrigues Ayres

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade
Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências da
disciplina de TCC do curso de
Engenharia Agrônômica.

DOURADOS - MS
DEZEMBRO 2014

SOMBREAMENTO ARBÓREO NA PRODUÇÃO DO CAFÉ.

Por:

Fernando Galant Dalastra

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

Aprovada em: ____/ ____/2014

Prof. Dr^a. Nausira Noriko Namiuchi

UFGD/FCA

Prof. Dr. Mario Carlos Rodrigues Ayres

Orientador : UFGD/FCA

Prof. Dr. Tarcisio de Oliveira Valente
UFGD/FCA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Arlido Miguel Dalastra e Ivani Galant Dalastra, e meu irmão Julio César Galant Dalastra que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Aos meus pais pelos ensinamentos e meu irmão Julio César Galant Dalastra pela colaboração e ajuda.

Ao professor Mario Carlos Ayres, pela orientação, apoio e confiança.

A professora Nausira Namiuchi pelas correções e amizade.

A professor Tarcisio de Oliveira Valente amizade e dedicação.

E a todos os professores que de uma forma ou de outra tem me proporcionado a conquista de meu objetivo.

Agradeço também a FCA, direção e administração.

Sumário

1. RESUMO	7
1. ABSTRACT	8
2. INTRODUÇÃO	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 História do café sombreado.....	12
3.1.1 No mundo.....	12
3.1.2 No Brasil	13
3.1.3 Café sombreado.....	14
3.1.4 Sistemas tradicionais.....	14
3.1.5 Sistemas tecnificados	15
3.2 Efeito do sombreamento na cultura do café.....	15
3.2.1 Preservação da biodiversidade	15
3.2.2 Ciclagem de nutrientes.....	15
3.2.3 Processo erosivo do solo	16
3.2.4 Gases do efeito estufa.....	17
3.2.5 Atenuação da temperatura e dos ventos	17
3.2.6 Biodiversidade	19
3.2.7 Atenuação da incidência de pragas e doenças e plantas daninhas	19
3.2.8 Rentabilidade do solo.....	20
4 . CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	22

1. RESUMO

O café desde o início do seu cultivo na Etiópia, o plantio era feito entre as árvores nativas em geral e para o plantio adaptou-se o sombreamento por árvores de copa rala as quais permitiam a entrada de luz suficiente para que a planta pudesse desenvolver-se com todas as suas características. No Brasil o cultivo do café inicialmente se deu em áreas a pleno sol, com o excesso de radiação e de vento. Em 1895 na região de Campinas-SP se tem o relato da 1ª tentativa de sombreamento em solo brasileiro. Nos dias atuais, devido a crescente preocupação com meio ambiente e aumento da demanda por cafés especiais, e com o atendimento de aspectos sociais das comunidades, tem-se alertado para sua produção em pequenas propriedades com o objetivo de agregar informação no que diz respeito ao sombreamento e seus efeitos na cultura do café, entre eles, pode-se citar: o aumento da matéria orgânica, fauna, ciclagem de nutrientes, redução do processo de erosão, gases de efeito estufa, atenuação da temperatura, ventos e biodiversidade, assim como a incidência de pragas, doenças, plantas daninhas, produção de espécies para sombreamento e de que modo esses fatores associados interferem na sua fenologia, produção e qualidade do café. A presente revisão indica caminhos seguidos em alguns seguimentos da cafeicultura no sentido de que possa, com os dados de pesquisas já existentes nessa linha, contribuir para seu crescimento.

PALAVRA CHAVE: arvore e produção, consorciação, coffea sp.

1. ABSTRACT

The coffee from the beginning of its cultivation in Ethiopia, planting was done between native trees in general and for planting adapted shading by trees canopy thin which allowed enough light input to the plant could develop- with all its features. In Brazil the cultivation of coffee first took place in areas in full sun, with excess radiation and wind. In 1895 in the Campinas-SP region has been the story of the 1st try shading on Brazilian soil. Nowadays, due to growing concern about the environment and increased demand for specialty coffee, and with the care of social aspects of the communities, has warned of its production on small farms with the aim of adding information with regard to shading and its effect on coffee culture, among them we can mention: the increase in organic matter, fauna, nutrient cycling, reduced erosion process, greenhouse gases, temperature attenuation, winds and biodiversity, as well as the incidence of pests, diseases, weeds, production of species for shading and how these associated factors interfere in its phenology, production and quality of coffee. This review indicates paths followed in some segments of the coffee in that can, with data from existing research in this area, contributing to its growth.

KEYWORD: tree and production, cultivation, coffea sp.

2. INTRODUÇÃO

O café sombreado é um dos sistemas mais antigos de produção de café no mundo, particularmente difundido na Colômbia, Costa Rica, Guatemala, El Salvador e México. No norte da América Latina, antes da década de setenta, o café era produzido predominantemente em sistemas sombreados, altamente diversificados, caracterizados pelo baixo impacto ecológico e a baixa produtividade. A partir dos anos setenta foram introduzidas inovações tecnológicas que permitiram o aumento da produtividade. As novas tecnologias incluíram a eliminação do sombreamento, o aumento da densidade de plantio e o uso de cultivares melhorada, e altamente dependentes de fertilizantes minerais (PERFECTO et al., 1996).

A cultura do café no Brasil tradicionalmente desenvolveu-se sem proteção arbórea, excetuando-se algumas experiências isoladas através do tempo. Assim sendo, registrou-se uma série de catástrofes ocasionadas pelo frio e seca excessivos, que induziram a descontinuidades na curva de produção, com sérios prejuízos em algumas ocasiões, os quais poderiam ter sido amenizados com plantios sob cobertura ou com a implantação de quebra-ventos. Obviamente, a escassez de pesquisas sobre espécies florestais e sistemas adequados de proteção, em muito contribuiu para o desconhecimento de possíveis alternativas.

No Brasil, o sombreamento dos cafeeiros era uma prática comum na região Norte e Nordeste até os anos sessenta. No começo desta década foram eliminadas grandes áreas de café com o objetivo de diminuir a superprodução e posteriormente, na década por café a pleno sol. Estes cafeeiros rapidamente se converteram em improdutivos devido às condições climáticas e, enquanto muitos agricultores desistiram da cultura, outros voltaram a cultivar o café sombreado (MATSUMOTO & VIANA, 2004).

As cultivares recomendadas para o plantio em escala comercial apresentam elevado potencial econômico, que não tem sido explorado adequadamente pela maior parte dos cafeicultores, e para o estabelecimento e plantio, a escolha adequada é um fator que, sem dúvida, pode afetar mais a produtividade. Apesar do grande número de espécies de café existentes, pouco se sabe sobre o potencial comercial que encerram e seu possível aproveitamento nos planos de melhoramento, sendo os países cafeicultores

carentes de estudos comparativos (Fazuoli, 1986). Em sistemas agroflorestais, as espécies e cultivares consorciadas devem apresentar boa adaptação às condições edafoclimáticas locais e ao sombreamento promovido pelas seringueiras (Pereira et al., 1997); no cultivo de café adensado, essas condições também exercem um papel determinante em uma boa produção.

O sombreamento dos cafeeiros permite a produção de café em regiões com déficit hídrico ou com geadas, reduz os custos de produção, ajuda na manutenção da biodiversidade e a diversificação da produção. Quase sempre são feitas referências positivas sobre as experiências de outros países do continente onde, na verdade, existe uma grande variedade de sistemas de produção, que vão desde o tradicional, até a sombra tecnificada. Grande parte dos sistemas sombreados do Brasil apresenta características similares ao de sombra tecnificada, com solos que exigem maiores quantidades de fertilizantes para manter um nível de produtividade comparável com o destes. No Brasil, são plantadas mais frequentemente árvores de interesse comercial, enquanto no Norte da América Latina são mais usadas árvores leguminosas.

Condições de sombreamento em cafezais proporcionam uma maturação mais lenta dos grãos e são utilizadas em diversos países para a produção de cafés especiais. O mercado nacional, bem como o mundial, valoriza cada vez mais esses produtos, pagando mais aos produtores que se dedicam a esse tipo de produção, enquanto os cafés comercializados como “commodity” encontram grande oferta e alto estoque mundial, o que resulta em preços mais baixos. No Brasil, as variedades de café foram geneticamente selecionadas para produzir a pleno sol, entretanto o sombreamento pode ser utilizado como uma alternativa para cafés especiais. O sombreamento, conduzido com a adoção de espécies para consorciamento e espaçamentos apropriados, pode proporcionar resultados satisfatórios quando comparado ao cultivo a pleno sol. Entre as vantagens do sombreamento estão: produção de internódios mais longos; redução do número de folhas, porém folhas com maior tamanho; obtenção de cafés com bebida mais suave (maturação mais lenta); aumento da capacidade produtiva do cafeeiro e redução da bienalidade de produção; menor incidência da seca de ponteiros e da cercosporiose; diminuição da desfolha; baixo ataque de bicho mineiro; atenuação das temperaturas máximas e mínimas do ambiente (menor incidência de escaldadura e geadas); renda adicional pelo aproveitamento da

espécie arbórea e redução da infestação de plantas daninhas na lavoura (FERNANDES, 1986; MATIELLO, 1995).

Países como Etiópia, Sumatra, Nova Guiné e Timor apresentam praticamente todos os cafezais cultivados sob sombra. Na América Latina, os cafés do sul do México, norte da Nicarágua, Costa Rica, El Salvador, Peru, Panamá e Guatemala também são todos cultivados sob sombra.

A utilização do cafeeiro em sistemas agroflorestais pode significar uma importante alternativa na redução dos riscos envolvidos com seu cultivo, principalmente ao considerar sua implantação em pequenas propriedades. A exigência por cafés de qualidade tanto no mercado nacional como internacional é cada vez mais intensa.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A arborização do cafezal geralmente causa diminuição na produtividade, no entanto pode melhorar a qualidade da bebida devido ao atraso e o sincronismo no amadurecimento dos frutos, tornando-os maiores e possibilitando um excelente acúmulo de açúcares. No cultivo solteiro (pleno sol), o amadurecimento dos frutos é acelerado pelo excesso de radiação solar e temperatura, o que não permite um tempo necessário para acumular teores adequados de substâncias que proporcionaram maior qualidade da bebida (LIMA et al., 2010).

Significativas vantagens com a utilização do sombreamento de cafeeiros têm sido observadas em lavouras instaladas em áreas marginais, ou seja, com condições climáticas adversas, consideradas pouco adequadas ao monocultivo do cafeeiro (DAMATTA, 2004; MORAIS et al., 2004). Com o cenário do aquecimento global, em um futuro próximo, espera-se um clima mais extremo com aumento na temperatura, o que causaria aumento dessas áreas marginais no Brasil (ASSAD et al., 2004). O sombreamento das lavouras cafeeiras seria uma alternativa viável a fim de amenizar os efeitos do aquecimento, tornando possível o cultivo de café em áreas marginais.

De acordo com Balize, D. P. et al., 2011 o nível com 35% de sombra é o mais recomendado para cultivo do cafeeiro em ambiente sombreado pois, nesse nível ocorre melhoria da estrutura interna das folhas do cafeeiro, o que pode favorecer características fisiológicas interessantes para otimizar o desenvolvimento dessa cultura.

3.1 Histórias do café sombreado

3.1.1 No mundo

O café é originário de florestas caducifólias da Etiópia e Sudão (Boulay et al., 2000); é, portanto, uma espécie adaptada à sombra. Em vários países produtores de café, tais como Colômbia, Venezuela, Costa Rica, Panamá e México, o cultivo em sistemas agroflorestais (SAF) tem sido um recurso utilizado para aumentar a diversidade vegetal dos sistemas e a renda do produtor (Beer, 1997; Escalante, 1997; Bertrand & Rapidel, 1999).

Em muitas partes do mundo, particularmente em regiões mais próximas do Equador como Colômbia, Costa Rica e Java, quando o café começou a ser cultivado comercialmente, procurou-se imitar seu habitat original plantando-o na sombra (DEAN, 1997).

O sombreamento dos cafeeiros no Brasil até os anos sessenta era uma prática comum na região Norte e Nordeste. No Norte da América Latina a recuperação da antiga prática do sombreamento começou nos anos noventa, quando a crise do preço internacional do grão forçou os países produtores a desenhar estratégias de recuperação econômica. Uma das propostas foi incentivar a expansão do café sombreado com o objetivo de reduzir a produção e os custos (LYNGBÆK et al., 2001).

A produção mundial em 2008 foi de 128 milhões de sacas de café beneficiado, sendo cultivado em diversos continentes e em mais de 50 países, entre os quais se destacam Brasil, Colômbia, Indonésia e Vietnã, responsáveis por 65% da produção mundial, segundo dados da International Coffee Organization – ICO (2010).

3.1.2 No Brasil

No Brasil, os primeiros produtores aparentemente não sabiam como se plantava o cafeeiro em outras localidades e aplicavam técnicas tradicionais de derrubada e queimada da mata em grande escala, tal qual se fazia na produção de cana-de-açúcar e algodão, gerando forte impacto ambiental (DEAN, 1997). No final do império, cerca de 50 anos após sua implantação em escala comercial, a questão do sombreamento ainda era considerada um tema exótico e só praticado em estados de pequena produção como o Ceará, Bahia e alguns distritos do Espírito Santo (TAUNAY, 1945).

Nas regiões produtoras do Brasil o cafeeiro é cultivado economicamente a pleno sol e, até recentemente, em amplos espaçamentos. Esse sistema de cultivo proporciona alta produtividade, mas pode ocasionar alguns problemas tanto no estabelecimento como no desenvolvimento e na produção da cultura. Na cultura já estabelecida, o cultivo a pleno sol pode proporcionar superprodução, que usualmente causa rápido esgotamento da planta e, conseqüentemente, oscilações na produção. Estudos recentes têm demonstrado que o sombreamento moderado pode contribuir para manter a estabilidade da produção e também aumentar a renda do produtor pela exploração das espécies de sombra (Matiello & Almeida, 1991; Baggio et al., 1997).

A cafeicultura brasileira destaca-se por apresentar produção de 46 milhões de sacas de café beneficiado. Desse total, 77,1% (35,5 milhões de sacas) são de arábica e 22,9% (10,5 milhões de sacas) são de robusta (ICO, 2009). Desde a introdução do café no Brasil, em 1727 (MAPA 2010), o manejo tradicionalmente difundido na condução da lavoura foi o a pleno sol.

3.1.3 Café sombreado

Atualmente no Brasil, o café sombreado se encontra mais difundido no Norte e Nordeste do País. Nas regiões Sul e Sudeste o sombreamento é menos frequente, sendo as árvores geralmente utilizadas para proteger a cultura das geadas ou cultivadas pelo seu alto valor econômico.

No Norte da América Latina se encontra uma extensa área de café arábica sombreado. Na área que compreende o México, a América Central, o Caribe e a Colômbia, existem aproximadamente 2,8 milhões de hectares de café, dos quais 60 % são produzidos sob sombra de florestas nativas ou árvores exóticas (BACON, 2005). Na realidade, existem diversos tipos de sistema de produção de café sombreado, que em geral, podem ser classificados em tradicionais e tecnificados.

Quase sempre são feitas referências positivas sobre as experiências de outros países do continente onde, na verdade, existe uma grande variedade de sistemas de produção, que vão desde o tradicional, até a sombra tecnificada. Grande parte dos sistemas sombreados do Brasil apresenta características similares ao de sombra tecnificada, com solos que exigem maiores quantidades de fertilizantes para manter um nível de produtividade comparável com o destes. No Brasil, são plantadas mais frequentemente árvores de interesse comercial, enquanto no Norte da América Latina são mais usadas árvores leguminosas.

3.1.4 Sistemas tradicionais

O café nos sistemas tradicionais é plantado sob as árvores da floresta nativa, algumas vezes enriquecida com árvores leguminosas sombreadoras dos gêneros Inga, Gliricidia e Erythrina, frutíferas e árvores produtoras de madeira de qualidade (PERFECTO et al., 1996).

3.1.5 Sistemas tecnificados

Dentro dos sistemas modernos se encontram as lavouras sob sombra tecnificada, nas quais as árvores sombreadoras são de uma única espécie e manejadas com poda intensiva pelo menos uma vez por ano (DONALD, 2004).

3.2.1 Efeito do sombreamento na cultura do café

A utilização de espécies de sombreamento no cultivo de café proporciona um aumento da quantidade de matéria orgânica no sistema através da queda de ramos, galhos e folhas, entre outras partes das espécies vegetais. Essa manutenção de elevadas quantidades de matéria orgânica no solo pode ajudar a estabilizar a incidência de nematóides no café (*Meloidogyne* e *Pratylenchus* spp.) abaixo do nível crítico (ARAYA, 1994)

3.2.2 Preservação da biodiversidade

Os sistemas agroflorestais buscam aumentar os efeitos benéficos da interação entre as espécies lenhosas e culturas ou animais (Lunz, 2006). Esses sistemas proporcionam maior cobertura do solo, favorecem a preservação da fauna e da flora, promovem a ciclagem de nutrientes a partir da ação de sistemas radiculares diversos e propiciam contínuo aporte de resíduos orgânicos (Breman & Kessler, 1997; Araújo et al., 2001; Sánchez, 2001; Schroth et al., 2002).

3.2.3 Ciclagem de nutrientes

A utilização de espécies arbóreas consorciadas à cultura do café pode torná-lo menos dependente de insumos externos devido a maior ciclagem de nutrientes que ocorre devido a queda de folhas e galhos, diminuindo assim os custos com insumos, além de favorecer a conservação dos recursos naturais da propriedade, tais como solo, água e biodiversidade (Altieri, 1995). Se a espécie arbórea selecionada pertencer à família Leguminosae, esta pode inserir nitrogênio no sistema através do processo de fixação biológica. A presença de espécies arbóreas associadas ao cafezal além de aumentar a diversidade, proporciona sombra ao cafeeiro, alterando a população de plantas espontâneas e reduzindo a competição das mesmas com o café.

Existem outros benefícios do sistema sombreado, abordados por Rodrigues et al. (2001), entre eles a ciclagem de nutrientes; a presença de controladores naturais de pragas e doenças; melhor utilização da mão-de-obra na entressafra e atenuante da ação prejudicial dos ventos.

Em relação à ciclagem de nutrientes, Cuenca et al. (1983) constatou que as raízes de café foram infectadas com espécies de micorrizas e essas associações raízes finas-micorrizas invadiram a camada de serapilheira, resultando em uma microestratificação entre as raízes das plantas de café e as espécies de sombreamento.

Cardoso (2002) caracterizou solos sob sistema de café convencional e sob agroflorestas e observou que nos cafezais sombreados o número de esporos dos fungos micorrízicos arbusculares foram maiores do que no sistema convencional, atribuindo ao fato daquele sistema apresentar mais raízes em profundidade. A maior presença de esporos pode ser um indicador de maior incidência de micorrizas nas camadas profundas de uma agrofloresta, proporcionando um aumento na atividade micorrízica e, em consequência, na ciclagem, alterando a dinâmica do fósforo no solo.

Quanto ao ciclo de nutrientes, os estudos realizados demonstraram aspectos positivos proporcionados pelas árvores, tais como: deposição contínua de matéria orgânica, redução da temperatura do solo, controle da erosão, bombeamento de nutrientes das camadas mais profundas e fixação de nitrogênio (no caso de espécies apropriadas). HADFIELD (1963) sugere que árvores de sombra, comumente usadas nos trópicos, podem depositar mais de 5.000/kg/ha/ano de folhas. Na Costa Rica onde o sistema café x *Erythrina* x *Cordia* é muito comum em zonas cafeeiras, estimou-se que as espécies florestais podem depositar cerca de 5.700 kg/ha ano de matéria orgânica (FASSBENDER 1982). Tanto nesse particular como no caso da água, a arquitetura das raízes de cada espécie e a capacidade de interagir com o meio ambiente determinarão resultados particulares em cada associação, tornando problemática e difícil uma generalização.

3.2.4 Processo erosivo do solo

A pesquisa agroflorestal além de valor comercial, as árvores desempenham um papel muito importante na manutenção do equilíbrio ecológico, e constituem fonte de satisfação de várias necessidades básicas como: alimento, medicamentos,

combustível lenhoso, forragem e outras atividades como a manutenção da fertilidade do solo sequestro de carbono e diminuição de erosão, contribuindo dessa forma para segurança ambiental.

O escoamento e a perda de solo são menores em plantios sombreados quando comparados àqueles conduzidos a pleno sol (LEON, 1990). Com isso, a decomposição lenta da serapilheira se torna uma vantagem (BEER et al., 1998).

3.2.5 Gases do efeito estufa

Atualmente, também o uso de árvores no sequestro de carbono tem sido proposto como um meio para aumentar a renda de pequenos produtores de café no México (MOREIRA et al., 2003). Por outro lado, admite-se que uma alta densidade de árvores irá resultar em significativa redução de produção.

Em estudos relacionados com o efeito estufa, Kursten e Burschel (1993) calcularam que 14 a 52 t carbono (C) ha⁻¹ estão armazenados na biomassa da parte lenhosa das espécies de sombreamento utilizadas em cafezais. Comparando com culturas anuais, esses sistemas agroflorestais também armazenam um adicional de 10 a 50 t C ha⁻¹ na camada de serapilheira e na matéria orgânica do solo.

3.2.6 Atenuação da temperatura e dos ventos

As folhas de café ficam expostas a temperaturas que excedem 40 °C (MAESTRI; BARROS, 1977). Em cafezais do México sobre sombreamento de Inga jinicuil (205 árvores há⁻¹, com altura média de 14 m), a média das temperaturas máximas foi reduzida em 5,4°C e a média das temperaturas mínimas aumentou em 1,5°C, quando comparadas com cafezais a pleno sol (BARRADAS; FANJUL, 1986).

Pezzopane et al. (2010), trabalhando com consorcio macadâmia-café, constatou que a presença da cultura de sombreamento altera o microclima, diminuindo a incidência de radiação fotossinteticamente ativa sobre as plantas de café e causando redução na incidência do vento. O cultivo arborizado provocou ainda alterações no regime térmico e de umidade relativa do ar nos pontos mais próximos aos renques de macadâmia.

Lunz (2006) menciona que, dentre os maiores benefícios ecofisiológicos que o cafeeiro recebe pela arborização, estão a redução do estresse do cafeeiro pela melhoria do microclima e condições do solo, por meio da diminuição da amplitude térmica; a alteração na quantidade e qualidade da radiação solar transmitida pelo dossel das árvores; a redução da velocidade do vento; a manutenção ou aumento da umidade do ar e do solo, inclusive reduzindo-se o processo de erosão. Esse autor menciona ainda que o grau de modificação do microclima depende da intensidade do sombreamento promovido e das condições microclimáticas locais. A atenuação da intensidade de radiação em climas mais quentes e em altitudes maiores (800 a 1000m), causam efeitos microclimáticos mais evidentes.

De acordo com Ricci, M.S.F., 2006 neste sistema, nas estações primavera e verão, as temperaturas máximas foram, respectivamente, 3,9°C e 4,75°C mais elevada que as temperaturas máximas dos sistemas arborizados, considerando-se a média dos dois sistemas de cultivo, os quais não apresentaram diferença significativa entre si.

Um outro método, utilizando guandu intercalado com cafeeiros recém-plantados, foi testado anteriormente por Caramori et al. (1998, 1999, 2000). Nesse modo de proteção, o guandu forma um túnel sobre os cafeeiros, alterando o microclima (radiação líquida, global e fotossintética, temperatura do ar, da folha e do solo, fluxo de calor no solo, etc.) e estabelecendo um ambiente propício à sobrevivência do cafeeiro.

O controle da temperatura tem sido enfatizado por diversos autores, quanto aos benefícios que pode gerar às culturas perenes, principalmente devido à redução da variação diurna no ambiente sombreado. No leste da África, doenças do café, que se estabelecem em altas e baixas temperaturas, são reduzidas com este controle, particularmente em elevadas altitudes e estações secas (TAPLEY 1961). Em São Paulo, FRANCO (1947) concluiu que o ataque de *Perileucoptera coffeella* aumenta com a intensidade luminosa. HARDY (1962) reporta que, em plantações de cacau, o sombreamento reduz de 3 a 3,5°C a variação da temperatura. Em plantações de café, na Costa Rica, obteve-se temperatura de 47°C nas folhas da cultura a pleno sol, contra 28°C, em ambiente sombreado.

3.2.7 Biodiversidade

O sombreamento dos cafeeiros permite a produção de café em regiões com déficit hídrico ou com geadas, reduz os custos de produção, ajuda na manutenção da biodiversidade e a diversificação da produção.

Outro ponto em que diversas pesquisas internacionais estão focadas é na contribuição que os cafezais sombreados proporcionam para a manutenção da biodiversidade e como refúgio para aves migratórias (PERFECTO et al., 1996).

3.2.8 Atenuação da incidência de pragas e doenças e plantas daninhas

É citado o baixo ataque de bicho mineiro; atenuação das temperaturas máximas e mínimas do ambiente (menor incidência de escaldadura e geadas); renda adicional pelo aproveitamento da espécie arbórea e redução da infestação de plantas daninhas na lavoura (FERNANDES, 1986; MATIELLO, 1995).

Os benefícios do sistema sombreado, abordados por Rodrigues et al. (2001), estão a ciclagem de nutrientes; a presença de controladores naturais de pragas e doenças; melhor utilização da mão-de-obra na entressafra e atenuante da ação prejudicial dos ventos.

O sombreamento pode modificar a composição de espécies daninhas, reduzindo o número das mais prejudiciais. O crescimento de plantas daninhas em cafezais é praticamente cessado sobre sombreamento homogêneo a partir de 40% (MUSCHLER, 1997). A seleção adequada e o manejo de espécies de sombreamento permanentes podem reduzir consideravelmente os custos com o controle de plantas daninhas (SILVA et al., 1990). A economia resultante da ausência de plantas daninhas representa o dobro dos custos no manejo de espécies de sombreamento podadas duas vezes ao ano (ROJAS CUBERO, 1996).

A produtividade superior obtida por algumas cultivares está relacionada com a adaptação do genótipo às condições edafoclimáticas e ambientais de maneira geral. Características tais como resistência ou tolerância às pragas e doenças, à seca, exigências nutricionais, tolerância ao sombreamento e capacidade produtiva diferenciam as cultivares entre si (MATIELLO, 2008).

3.2.9 Rentabilidade do solo

Muitos outros aspectos devem ser considerados na análise de qualquer sistema de sombreamento ou proteção com o uso de espécies florestais. Entre estes, citam-se como importantes: a redução de ventos frios e quentes e secos, impactos de chuvas torrenciais e granizo, efeitos alelopáticos, relações com a presença de pragas e doenças e custos adicionais para o plantio e manutenção das árvores. Por outro lado, a diversificação da produção, com a oferta de produtos florestais, pode ser decisiva para o aumento da rentabilidade da terra. Na Costa Rica, GLOVER (1981), com dois anos de medições, estimou que o ingresso bruto é maior quando se associa *Cordia alliodora* em plantações de café. Neste mesmo país, medições demonstraram a viabilidade de se incrementar até US\$ 650/ha/ano as rendas brutas das terras ocupadas com cafezais sombreados por *C. alliodora* e *Erythrina poeppigiana* (COMBE & GEWALD 1979).

Um exemplo a madeira de *Grevílea-robusta* é comparável ao carvalho, forte, durável e excelente para móveis. É usada também para dormentes, painéis, compensados, parquet, torneados e outros. Como madeira serrada, é considerada potencial para exportação a diversos países. Devido à sua forma e a suas flores atraentes, é indicada para ornamentação, sendo, também, importante planta melífera. Sua resina fresca é usada medicinalmente, em uso tópico, para cura de tumores e inflamações (ROIG & MESA 1945). A espécie tem sido utilizada como árvore de sombra para café e chá, em muitas regiões do mundo (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 1980).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de consorcio de café com outras espécies é atribuído um potencial de sustentabilidade maior em comparação a outros sistemas de cultivos puramente agrícolas ou puramente florestais. Segundo Anderson et al.(1985), o potencial dos sistemas agroflorestais para contribuir com a qualidade de vida do pequeno agricultor e de realçar o potencial de sustentabilidade de seus sistemas produtivos cresce quando a agrofloresta está aliada com outros sistemas de produção na mesma propriedade.

Com o sistema de café sombreado pode-se concluir que, houve uma melhoria da qualidade do café, maior uniformidade de maturação dos frutos, um aumento no tamanho dos grãos bem como uma melhoria na qualidade da bebida, além de agregar benefícios sociais. Mas pelo estudo realizado nota-se que há um grande déficit de dados estatísticos de produção e produtividades nas regiões, afim de fazer comparações entre elas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Process. Boulder, 1995.

ANDERSON, A.B., GELY, A., STRUDWICH, J., SOBEL, G.L.; PINTO, M.; Um sistema agroflorestral na várzea do estuário amazônico. *Acta amazônica*, 1985, 15 (1-2):195-224.

ARAÚJO FILHO, J.A. & CARVALHO, F.C. Sistemas de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. & CARNEIRO, J.C., eds. *Sistemas agroflorestrais pecuários: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora, 2001. p.101-110.

ARAYA, M. Distribucion y niveles poblacionales de *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. en ocho cantones productores de café en Costa Rica. *Agronomia Costarricense*, v. 18, n. 2, p. 183-187, 1994.

ASSAD, E. D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057- 1064, nov. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2004001100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 9 abr. 2011.

BACON, C. Confronting the coffee crisis: can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern Nicaragua? *World Development*, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 497-511, 2005.

Balize, D. P. et al. (2011). TROCAS GASOSAS E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS ADAPTATIVAS DE CAFEEIROS CULTIVADOS EM DIFERENTES NÍVEIS DE RADIAÇÃO. *Coffee Science*, Lavras, v. 7, n. 3, p. 250-258, set./dez. 2012

BARRADAS, V.L.; FANJUL, L. Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Mexico. *Agriculture and Forestry Meteorology*, v. 38, n. 1, p. 101-112, 1986.

BEER, J.W. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry Systems*, v. 7, n. 2, p. 103–114, 1988. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00046846>.

Beer, J (1997). Café bajo sombra en América Central ¿Hace falta más investigación sobre este sistema agroflorestral exitoso? *Agroforestería en las Américas*, v.4, p.8-13

Bertrand, B.; Rapidel, B (1999). Desafíos de la caficultura en Centroamérica. Costa Rica: Promecafe; Paris: Cirad. 496p

Boulay, M.; Somarriba, E.; Olivier, A (2000). Calidad de *Coffea arábica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, v.7, p.40-42.

BRASIL, 2, 2001, Vitória. *Anais Eletrônicos...* Vitória, ES: Embrapa Café, 2001. v. 2, p. 1612-1617.

BREMAN, H. & KESSLER, J.J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi – arid regions. *Eur. J. Agron.*, 7:25-33, 1997.

CARAMORI, P. H., CARNEIRO, A. L., MORAIS, H., MOREIRA, I. A. Proteção temporária de cafezal em formação contra geadas com espécies anuais e semi-perenes. I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 26 a 29 de Setembro de 2000, Poços de Caldas - MG.

CARAMORI, P. H., MORAIS, H., CARNEIRO, A. L. Arborização temporária de cafezais jovens com guandu (*Cajanus cajan*) para proteção contra geadas no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.7, n.2, p. 1-4, 1999.

CARAMORI, P. H., MORAIS, H. "Proteção de cafezais recém-plantados contra geadas através do plantio intercalar de espécies anuais", no 25º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 26 a 29 de Outubro de 1999, Franca - SP.

CARAMORI, P. H., MORAIS, H., GORRETA, R. H, CHAVES, J. C. D. Proteção de cafezais contra geada através de plantio intercalar de guandu (*Cajanus cajan*). 24º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 24 a 27 de novembro de 1998, Poços de Caldas - MG.

CARDOSO, I.M. (2002) Phosphorus in agroforestry systems: a contribution to sustainable agriculture in the Zona da Mata of Minas Gerais, Brasil. Ph.D.2002.133 f. Thesis.(Doutorado em Solos)-Wageningen University.

COMBE, J. & GEWALD, N. Guia de Campo de Ios ensayos florestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, CATIE, 1979. 378p.

CUENCA, G.; ARANGUREN, J.; HERRERA, R. Root growth and litter decomposition in a coffee plantation under shade trees. *Plant and Soil*, v.71, p.477-486, 1983.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, Phoenix, v. 86, n. 2/3, p. 99-114, Mar. 2004.

DEAN, Warren. *A Ferro e Fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484p.

DONALD, P. F. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology*, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 17-37, 2004.

Escalante, E (1997). *Café y agroforestería en Venezuela. Agroforestería en las Américas*, v.4, p.21-24.

FAZUOLI, L.C.. Genética e melhoramento do cafeeiro. In : RENA, AB.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (ed.). *Cultura do cafeeiro: fatores que*

afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1986. P.87-106.

FERNANDES, D.R. Manejo do Cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). Cultura do Cafeeiro. Piracicaba: Potafós, 1986. cap. 36, p. 275- 301.

FRANCO, C.M. Pesquisas sobre a fisiologia do cafeeiro. Boletim de Agricultura, São Paulo, (48): 335-48, 1947.

FASSBENDER, H.W. Aspectos edafoclimáticos de los sistemas de producción agroforestales. Turrialba, CATIE, 1982. 109p.

GLOVER, N. Coffee yields in a plantation of *Coffea arabica* var. caturra shaded by *Erythrina poeppigiana* with and without *Cordia alliodora*. Turrialba, CATIE, 1981. 26p. (Série Técnica, 17).

HARDY, F. Cacao soils. III. The problem of shade for cacao. GORDIAN 62: 685-90, 1962.

HADFIELD, W. Critical studies of the shade problem in tea. Two and a Bud, 10 (4): 9-15, 1963.

ICO, INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION Disponível em: <<<http://dev.ico.org/documents/cmr-1209-p.pdf>>> Acesso em 26/01/2010.

KURSTEN, E.; BURSCHEL, P. CO₂ mitigation by agroforestry. Water, Air and Soil Pollution, v. 70, n. 1-4, p. 533-544, 1993. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01105020>.

LEON, R.A. Determinación de la hidroerosión laminar, utilizando varillas metálicas asociadas a parcelas de escorrentía. 1990. 174 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - CATIE, Turrialba, 1990.

LUNZ, A. M. P. Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol. 2006. 94 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

LYNGBÆK, A. E.; MUSCHLER, R. G.; SINCLAIR, F. L. Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, [S.l.], v. 53, p. 205-213, 2001.

MAESTRI M, BARROS RS. Coffee. In: Alvim PT, Kozłowski TT (eds), *Ecophysiology of Tropical Crops*, 1977, p. 249-278. Academic Press, London.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em:

<<[Acesso em 26 /01/2010.](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/SERVICOS/PORTAL_AGRONEGOCIO_CAFE/PORT_AGRO_CAFE_REL_ESTADISTICAS/INFORME%20ESTAT%CDSTICO%20DO%20CAF%C9%20-20DEZEMBRO%202009_0.XLS.>></p></div><div data-bbox=)

MATIELLO, J. B. Critérios para escolha da cultivar de café. In: CARVALHO, C H. S. de(Ed.). *Cultivares de Café: origem, características e recomendações*. Brasília:Embrapa Café, 2008. 334 p.

MATIELLO, J.B. *Sistemas de Produção na Cafeicultura Moderna, Tecnologias de plantio adensado, renque mecanizado, arborização e recuperação de cafezais*. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995. 102 p.

MATSUMOTO, S.N.; VIANA, A.E.S. Arborização de cafezais na região Nordeste. In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). *Arborização de cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista: Edições UESB, p. 212, 2004.

MICROCLIMATICASS EM CULTIVO DE CAFÉ CONILON A PLENO SOL E ARBORIZADO COM NOGUEIRA. *Ciência Rural*, v. 40, n. 6, p. 1257-1263, 2010.<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000098>.

MORAIS, H. et al. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 47, n.6, p.863-871, Nov.2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151689132004000600005&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 8 abr. 2011.

MOREIRA, C.F.; FERNANDES, E.A.D.; TAGLIAFERRO, F.S. Discriminação de café orgânico produzido sob sombra e a pleno sol pela composição química elementar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003, Recife. Artigos... São Paulo, SP: O2 Estúdio Web / Metrologia & Instrumentação, 2003. v. 3, p. 1-5.

MUSCHLER, R.G. Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. In: III SEMANA CIENTÍFICA DEL CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, 3, 1997, Turrialba. Artigos... Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1997. v. 3, p.109-112.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, 1980. 237p.

OSTENDORF, F.W. The Coffee shade problem. A review article. *Tropical Abstract*, 17:577-581, 1962.

PERFECTO, I.; RICE, R. G.; VOORT, E. M. van der. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, [S.l.], v. 46, n. 8, p. 598-608, 1996.

PEZZOPANE, J.R.M.; Marsetti, M.M.S.; Souza, J.M.; Pezzopane, J.E.M. Condições.

Pezzopane, J.R.M.; Marsetti, M.M.S.; Souza, J.M.; Pezzopane, J.E.M. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com nogueira macadâmia. *Ciência Rural*, v.40, n. 6, p.1257-1263, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000098>.

I, I.; RICE, R.A.; GREENBERG, R.; Van Der VOORT, M.E. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, v. 46, n. 8, p. 598-608, 1996. <http://dx.doi.org/10.2307/1312989>

RICCI, M. dos S. F. et al. Cultivo orgânico decultivares de café a pleno sol e sombreado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, abr. 2006.

RODRIGUES, V.G.S. et al. Arborização em Lavouras de Café – Experiências de Agricultores em Rondônia-Brasil. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. *Anais Eletrônicos...Vitória, ES: Embrapa Café*, 2001. v. 2, p. 1612-1617.

ROIG Y MESA, J.T. *Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba*. Habana, Cultural, 1945. 872p.

ROJAS CUBERO, R. *Modelo de costos de producción de café*. San José: Instituto del Café de Costa Rica, 1996. 163 p.

SÁNCHEZ, M.D. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. & CARNEIRO, J.C., eds. *Sistemas agroflorestais pecuários: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora, 2001. p.9-17.

SCHROTH, G.; D'ANGELO, S.A.; TEIXEIRA, W.G.; HAAG, D. & LIEBEREI, R. Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazônia: Consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. *For. Ecol. Manag.*, 163:131-150, 2002.

SILVA, N.T.M.H.; TISDELL, C.A.; BYRNE, P.N. Evaluating techniques for weed control in coffee in Papua New Guinea. *International Tree Crops Journal*, v. 6, n. 1, p. 31-49, 1990.

TAPLEY, R.G. Crinkle-leaf of coffee in Tanganyika. KENIA COFEE, Nairobi 26: 156-7,1961.

TAUNAY, Affonso E. Pequena história do café no Brasil (1727-1937). Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1945. 558p.