

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado
orgânico e convencional**

Cassio Franco Moreira

**Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Ecologia Aplicada**

Piracicaba
2009

Cassio Franco Moreira
Engenheiro Agrônomo

Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional

Orientadora:
Profa. Dra. **ELISABETE A. DE NADAI FERNANDES**

**Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Ecologia Aplicada**

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Moreira, Cassio Franco
Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional
/ Cassio Franco Moreira. - - Piracicaba, 2009.
145 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.
Bibliografia.

1. Agricultura orgânica 2. Café - Certificação - Qualidade - Produtividade 3. Composição química 4. Fertilidade do solo 5. Sombreamento 6. Sustentabilidade I. Título

CDD 633.73
M838s

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Dedico

A meus amados pais, à memória de meus queridos avós, à Paula, à Cris e a todos os agricultores que produzem em harmonia com a natureza

AGRADECIMENTOS

a *Deus*, por minha vida, pela natureza tão bela e por ter me propiciado a oportunidade de trabalhar com um tema tão apaixonante e que tanto acredito

a meus pais queridos, *Gilson e Telma*, que amo tanto, por terem me criado com educação e amor e por propiciarem companheirismo, apoio, confiança e amizade

à minha querida irmã, *Paulinha*, que amo tanto, minha companheira de caminhadas e lutas idealísticas

à minha querida *Cris*, meu amor, que tanto me ajudou nesta tese com companheirismo, paciência, inspiração, confiança e amor

à minha avó querida, *Chiquinha*, que amo tanto e que tanto esteve presente nas distintas etapas de minha vida. Mulher forte, corajosa, que muito admiro

a meus avôs *Carlos e Sílvio (in memorian)*, grandes homens, ecologistas amantes da natureza, de onde vem muita inspiração

a todos os meus familiares queridos, especialmente minha avó *Maria (in memorian)*, tios e primos

à minha orientadora, *Profa. Dra. Elisabete A. De Nadai Fernandes*, por ter me recebido no Laboratório de Radioisótopos e me dado a oportunidade de desenvolver esta linha de pesquisa com confiança, apoio e amizade. Agradeço especialmente a paciência e consideração comigo, principalmente, na etapa de conclusão da tese

à Fazenda Jacarandá por tudo que me proporcionou

a todos do sítio Canaã, pela disponibilização da lavoura convencional de café, receptividade e diversos cafezinhos tomados juntos

ao *Prof. Dr. Carlos Eduardo de Freitas Vian* pela amizade e ajuda nos aspectos econômicos

ao *Prof. Dr. Takashi Muraoka*, pelas análises de fertilidade do solo e foliares bem como pelo auxílio nas interpretações

à Universidade de São Paulo – USP

aos profissionais envolvidos no curso de Pós - Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada da ESALQ/CENA-USP

ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA

ao Laboratório de Radioisótopos pela bolsa concedida

à Capes pela bolsa concedida

à empresa Qualicafex pelas análises de qualidade de café

ao colega de laboratório e amigo *Dr. Fábio Sileno Tagliaferro* pela ajuda na interpretação dos dados e análises estatísticas

aos colegas estagiários, *Bernardo Salvaia e Gabriela de Matuoka e Chiocchetti* pela ajuda nas coletas, preparo de amostras e cálculos

aos amigos e colegas do Laboratório de Radioisótopos, *Adriana de Angelis Fogaça, André Luis de Araújo, Angela Aparecida Ferrari, Camila Elias, Cláudio Luís Gonzaga, Christian Turra, Elvis Joacir de França, Felipe Yamada Fonseca, Leandro Camilli, Lucimara Blumer, Luís Gustavo Cofani dos Santos, Márcio Arruda Bacchi, Paula Módulo, Tassiane Gomes Martins e Vanderlei Antonio Stefanuto*

a todos os companheiros da Fazenda Jacarandá, especialmente *Cássia Teixeira Franco, Neusa Ramos, Hélio Ramos, José Hailton, Nelson Fernandes, Rita Fernandes e Nilton Fernandes* pelo trabalho conjunto, apoio, amizade e ajuda na coleta de amostras

a todos da Associação de Certificação Instituto Biodinâmico – IBD, especialmente *Alexandre Harkaly, Dennis Ditchfield, Baldoni, Graziella, Karin, Gwendal e Helton*

a todos da empresa Organic Coffee, representada pelos amigos *Ryuchi Nakamura, Cláudio Ushiwata e Yano Hirokazu*

a todos da Shumei, especialmente aos amigos *Yasu Hirakawa e Alan Imai*

à certificadora BCS no Brasil

à Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil (ACOB)

a todos do WWF Brasil, especialmente aos colegas e amigos *Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza, Karen Regina Suassuna e Luis Fernando Laranja*

aos amigos *Martin Peter, Carlos e Suely, Ivan, Pedini, Carlos Reis, Beni, Naninha, Simone, Érico, Lia, José e Jacqueline, Guto, Myriam, Teresa e Wagner* que, de alguma forma, contribuíram com este trabalho

a *Night, Zorro, Tyson, Bush e Pepa (Canis lupus familiaris)* pelo companheirismo e amizade

E disse Deus: Produza a terra erva verde, erva que dê semente, árvore frutífera que dê fruto segundo a sua espécie, cuja semente está nela sobre a terra; e assim foi. E a terra produziu erva, erva dando semente conforme a sua espécie, e a árvore frutífera, cuja semente está nela conforme a sua espécie; e viu Deus que era bom.

Genesis 1, 11-12

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 A problemática abordada.....	13
1.2 Objetivos.....	17
1.3 Revisão bibliográfica.....	18
1.3.1 Café no Brasil: histórico, importância e panorama atual.....	18
1.3.1.1 Histórico.....	18
1.3.1.2 Importância e panorama atual.....	19
1.3.2 Sistemas de produção de café: convencional, orgânico e sombreado.....	22
1.3.2.1 Cafeicultura convencional.....	22
1.3.2.2 Cafeicultura orgânica.....	23
1.3.2.3 Cafeicultura sombreada.....	27
1.3.3 Biodiversidade.....	30
1.3.4 Fertilidade do solo, matéria orgânica do solo e nutrição vegetal.....	31
1.3.5 Mitigação do aquecimento global e ciclagem de nutrientes.....	35
1.3.6 Qualidade do café.....	38
1.3.7 Composição química elementar de grãos de café.....	40
1.3.8. Análise por ativação neutrônica instrumental.....	41
1.3.9 Mercado de cafés especiais.....	42
1.3.10 Produtividade e preços ao produtor.....	44
Referências	45
2 INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NA PRODUTIVIDADE DE SISTEMAS DE CAFÉ ARÁBICA ORGÂNICO E CONVENCIONAL.....	58
Resumo.....	58
Abstract.....	58
2.1 Introdução.....	59
2.2 Material e métodos.....	61
2.3 Resultados e discussão.....	63
2.4 Conclusões.....	68

Referências	68
3 QUALIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRÃOS DE CAFÉS SOMBREADOS E A PLENO SOL ORIUNDOS DE SISTEMAS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS.....	72
Resumo.....	72
Abstract.....	72
3.1 Introdução.....	73
3.2 Material e métodos.....	75
3.3 Resultados e discussão.....	82
3.4 Conclusões.....	86
Referências	86
4 INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLOS E FOLHAS DE SISTEMAS DE CAFÉ ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS.....	90
Resumo.....	90
Abstract.....	90
4.1 Introdução.....	91
4.2 Material e métodos.....	93
4.3 Resultados e discussão.....	98
4.4 Conclusões.....	105
Referências	105
5 CERTIFICAÇÃO NA CAFEICULTURA BRASILEIRA.....	109
Resumo.....	109
Abstract.....	109
5.1 Introdução.....	110
5.2.1 Histórico da certificação na cafeicultura.....	111
5.2.2 Certificação de café no Brasil.....	113
5.2.3 Certificação orgânica.....	113
5.2.4 Certificação <i>Fair Trade</i>	114
5.2.5 Certificação <i>Utz Kapeh</i>	115
5.2.6 Certificação <i>Rain Forest Alliance</i>	116
5.2.7 Mercado.....	116

5.2.8 Perfil dos produtores.....	117
5.3 Conclusões.....	118
Referências	120
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
ANEXOS.....	125

RESUMO

Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional

Produzido em mais de 60 países e movimentando anualmente US\$ 70 bilhões, o café é a segunda commodity mais comercializada no mundo, atrás somente do petróleo. É também, depois da água, a bebida mais popular, com consumo mundial anual superior a 400 bilhões de xícaras. O mercado internacional de cafés especiais, como orgânicos, sombreados, *gourmets* e socialmente justos cresce 12% ao ano, gerando oportunidades para produtores de café do mundo todo. Apesar de o Brasil ser o maior produtor e exportador mundial de café, com 38 milhões de sacas de 60 kg produzidas e 26 milhões de sacas exportadas na média dos anos de 2003 a 2007, sua produção de café sombreado e orgânico é reduzida. O cultivo sombreado predomina na maioria dos países enquanto o Brasil é caracterizado por áreas de monocultivo a pleno sol. Assim, grande parte da produção brasileira de café é originada de sistemas com pouca biodiversidade, contrapondo-se à crescente preocupação mundial com o meio ambiente e a qualidade de vida. Sistemas sombreados de café aumentam a biodiversidade nas propriedades e contribuem para a mitigação do aquecimento global, além de apresentarem vantagens técnicas potenciais como menor pressão de pragas e doenças e melhoria das condições hídricas e térmicas locais. A discussão sobre cultivo sombreado *versus* a pleno sol já se desenvolve há mais de um século, contudo, até hoje, o assunto permanece controverso. Portanto, a pesquisa nacional deve avaliar cientificamente diferentes sistemas de produção de café, obtendo informações qualitativas e quantitativas, visando sustentabilidade e ganho de competitividade do produto brasileiro. A hipótese do trabalho é que o sombreamento do cafeeiro com uma espécie caducifolia no período de dias curtos, secos e frios, não reduz a produtividade em relação ao cafeeiro a pleno sol nesta região do país, além de promover maior ciclagem de nutrientes no sistema e melhor qualidade de grãos. O objetivo deste trabalho é verificar se o cultivo de café arábica, orgânico e convencional, sombreado com a espécie *Platycyamus regnellii*, leguminosa, nativa, caducifolia no período de dias curtos, no sul do Estado de Minas Gerais, resulta em vantagens técnicas. Os experimentos foram instalados no município de Machado, sul do Estado de Minas Gerais, em fazendas com distintos sistemas de produção, orgânico e convencional, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m e idade de 17 anos. Parcelas dos tratamentos sombreado e a pleno sol foram implantadas em cada sistema, sendo o sombreamento proporcionado por indivíduos arbóreos adultos da espécie leguminosa *Platycyamus regnellii*, localmente chamada “Pau Pereira”. Avaliaram-se produtividade do cafeeiro, características químicas de solo, folhas e grãos, qualidade dos grãos de café produzidos (bebida, tipo e tamanho) e radiação solar incidente no solo. A ciclagem de nutrientes proporcionada pela queda de folhas da espécie arbórea também é ponto importante do trabalho. Resultados mostraram que além de produzirem quantidade de café similar aos tratamentos a pleno sol, os tratamentos sombreados apresentaram, em geral, teores mais elevados de nutrientes nos solos, folhas e grãos além de melhor qualidade dos grãos, concluindo-se que o sistema sombreado é tecnicamente mais sustentável. Devido ao crescimento de diferentes certificações na cafeicultura, foram também avaliadas as principais certificações de café no Brasil objetivando fornecer informações aos produtores e consumidores.

Palavras-chave: Café sombreado; Sustentabilidade; Ciclagem de nutrientes; Composição química, Qualidade de café; Certificação

ABSTRACT

Sustainability of shaded organic and conventional coffee systems

Produced in more than 60 countries and with an annual turnover of US\$ 70 billions, coffee is the world second most traded commodity, only behind oil. It is also, after water, the most popular beverage, with an annual world consumption of 400 billion cups. International market for specialty coffees such as organic, shaded, gourmets and fair trade increases 12% a year, generating opportunities for coffee producers worldwide. In spite of Brazil being the largest world coffee producer and exporter, with 38 million bags of 60 kg produced and 26 million bags exported in the average of the years 2003 till 2007, its production of shaded coffee and organic coffee is still very low. Shaded coffee cultivation dominates in most of the producing countries while Brazilian production is characterized by full sun monoculture areas. Consequently most of Brazil coffee production originates from low biodiversity production systems, opposed to the rising world concern on environment and life quality. Shaded coffee systems increase biodiversity and contribute to mitigation of global warming besides presenting potential technical advantages such as lower pest pressure and improvement of the hydric and thermal local conditions. The discussion on shaded coffee *versus* full sun coffee has been going on for more than a century and still today the subject is controversial. Therefore the Brazilian science must study the distinct coffee systems in order to obtain qualitative and quantitative data aiming at sustainability and increase in the competitiveness of the national product. The hypothesis of this work is that coffee shading with a tree that loses its leaves in the period of short, dry and cold days, do not result in decrease of coffee productivity in comparison to full sun coffee for this region of Brazil besides promoting higher nutrient cycling and better coffee quality. The aim of this work is to verify if the cultivation of arabica coffee, organic and conventional, shaded with the *Platycyamus regnellii* specie, a leguminous, native tree that loses its leaves in the short days period, in the south of Minas Gerais state, will result in technical gain. Experiments were established at the municipality of Machado, south of Minas Gerais state, in farms from distinct systems, organic and conventional, in arabica coffee plantations, Catuaí Amarelo variety, spacing of 3,5 m x 1,5 m and 17 years of age. Plots from the shaded and full sun treatments were established for each system and the shading was provided by adult trees from the native leguminous specie *Platycyamus regnellii*, locally known as “Pau-Pereira”. Parameters of coffee productivity, soil, leaves and beans chemical characteristics, coffee quality (drink, type and size) and solar radiation were evaluated. Nutrient cycling from the fall of the shade tree leaves is also an important part of the work. Results show that besides producing the same amount of coffee than full sun treatments, the shaded treatments presented, in general, higher levels of nutrients on soils, leaves and coffee beans and better coffee quality, concluding that the shaded system is technically more sustainable. Due to the increase of distinct coffee certification, this work also studies the main coffee certification systems aiming to supply information to producers and consumers.

Keywords: Shaded coffee; Sustainability; Nutrients cycling; Chemical composition; Coffee quality; Certification

A presente tese está organizada na forma de 5 capítulos: (1) Introdução; (2) Influência do sombreamento na produtividade de sistemas de café arábica orgânico e convencional; (3) Qualidade e composição química de grãos de cafés sombreados e a pleno sol oriundos de sistemas orgânicos e convencionais; (4) Influência do sombreamento nas características químicas de solos e folhas de sistemas de café orgânico e convencional no sul do Estado de Minas Gerais e (5) Certificação na cafeicultura brasileira. Ao final da tese, apresentam-se as Considerações finais do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A problemática abordada

O café teve suma importância para o desenvolvimento do Brasil, sendo o principal elemento do crescimento econômico do centro-sul do país entre os anos de 1800 e 1975. Por longo período, o café foi a maior fonte de riqueza para o país com participação de até 60% na receita das exportações entre os anos de 1870 e 1890. Tal desenvolvimento também resultou em drástica redução da Mata Atlântica no sudeste do país (IBC, 1964, 1977, 1989; MATIELLO et al., 2002; RUFINO, 2003).

É crescente a preocupação da sociedade com saúde, qualidade de vida e meio ambiente. Os consumidores passaram a valorizar métodos de produção agrícola que garantam produtos seguros, de qualidade, cuja produção seja menos agressiva sob os aspectos socioambientais. Com demanda mundialmente crescente, produtos originados de sistemas sustentáveis vêm gerando oportunidades de mercado para produtores de diversas regiões do mundo (MOREIRA, 2004; RICCI; NEVES, 2004).

O consumo de cafés especiais, como orgânicos, sombreados, *gourmets* e socialmente justos, aumenta 12% ao ano, enquanto o de commodities aumenta somente 1,5% (ILLY, 2006). Movimentando mundialmente US\$ 70 bilhões por ano, o café representa a segunda commodity mais comercializada no mundo, atrás somente do petróleo (CCCC, 2008), sendo de grande importância não só a países produtores, mas também a importadores, processadores e consumidores (CUNHA, 2006; LOUREIRO; LOTADE, 2005). Depois da água, é a bebida mais popular, com consumo anual superior a 400 bilhões de xícaras (FERIA-MORALES, 2002).

Os preços destes cafés diferenciados no mercado nacional e internacional são mais atraentes para os produtores, como consequência da qualidade do produto, valorização de processos produtivos sustentáveis e menor oferta (CUNHA, 2006; RICCI; NEVES, 2004). Associada ao crescimento do consumo de cafés especiais está a demanda por informações técnicas de cultivo e qualidade (ZYLBERSTAJN et al., 2001).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café há 150 anos, com 38 milhões de sacas de 60 kg produzidas e 26 milhões de sacas exportadas na média dos anos de 2003 a 2007 (CONAB, 2007; ICO, 2008). Contudo, sua produção sombreada e orgânica de café ainda é pouco

significativa (MOREIRA, 2008; RICCI et al., 2006; RIGHI, 2005). Acredita-se que a produção nacional sombreada atual seja de aproximadamente 50 mil sacas por ano, abaixo da já reduzida produção orgânica anual de 130 mil sacas (ACOB, 2008).

Os cultivos de café orgânico e sombreado são bastante comuns na América Central e África. No Brasil, são conhecidos como pouco produtivos e não têm a confiança dos produtores. México e Peru posicionam-se como os maiores produtores mundiais de café orgânico com aproximadamente 400 mil sacas de 60 kg na média anual no período de 2003 a 2006, a maioria originado de cultivos sombreados (AGNOCAFE, 2006; LERNOUD; PIOVANO, 2004; PEETERS et al., 2003; WILLE; YUSEFI, 2004).

A cafeicultura orgânica é considerada um sistema de produção sustentável, pois adota tecnologias ecológicas que mantêm ou melhoram a qualidade do solo e do meio ambiente. As técnicas de produção são baseadas no uso de materiais vegetal, animal e mineral para a adubação e para o controle de pragas e doenças (GROSSMAN, 2003; LOUREIRO; LOTADE, 2005).

Já a cafeicultura convencional utiliza grandes quantidades de insumos sintéticos, como adubos químicos e agrotóxicos, que podem causar contaminações no homem e meio ambiente, além de demandarem muito combustível fóssil em seu processo produtivo.

O café arábica é originado de florestas tropicais de altitude da Etiópia (ABIC, 2008a; DaMATTA, 2004; MALAVOLTA et al., 1974) associado a diversas espécies vegetais silvestres (SANTANA; FARÁ, 2000). Portanto, espera-se que um manejo do cafeeiro em condições próximas às originais apresente bons resultados técnicos.

Na maioria dos países produtores, o café é cultivado sombreado, constituindo-se o Brasil a grande exceção (BACON, 2005; DaMATTA, 2004; JARAMILLO-BOTERO et al., 2006). A forma de cultivo no Brasil tende a simplificar o ambiente, substituindo a diversidade da natureza por uma única espécie cultivada, causando forte impacto e desequilíbrio ambiental. Pesquisadores, produtores e a sociedade em geral temem pela sustentabilidade desses sistemas de produção ecologicamente simplificados e altamente dependentes. É preciso encontrar alternativas para o aumento da biodiversidade nas plantações de café nacionais visando sustentabilidade ambiental e ganho de espaço no mercado de cafés socioambientais (RICCI et al., 2002).

A discussão sobre café sombreado *versus* café a pleno sol vem se desenvolvendo há mais de um século (MUSCHLER, 2001) e até hoje as informações disponíveis ainda são controversas (JARAMILLO-BOTERO et al., 2006; RIGHI, 2005).

Em tempos de aquecimento global e secas severas, o sombreamento é uma alternativa barata para a melhoria das condições hídricas e térmicas nos plantios de café. Minimizando o estresse hídrico e as temperaturas extremas, o sombreamento pode resultar em aumento de produtividade e, para algumas regiões, ser a única opção de plantio de café (LIN, 2007). O uso de árvores em plantações de café para o sequestro de carbono e redução da dependência externa de nitrogênio tem um grande potencial para a mitigação do aquecimento global (MONTAGNINI; NAIR 2004).

Além das vantagens ecológicas como manutenção da biodiversidade e fixação de C, a presença de espécies arbóreas nos cultivos de café pode trazer uma série de vantagens técnicas como produção de grãos de tamanho superior e mais doces, redução da pressão de pragas e doenças, teores mais elevados de matéria orgânica e nutrientes no solo, menores extremos nas temperaturas e maior disponibilidade de água no solo (ALTIERI, 1999; CAMARGO, 2007; COELHO et al., 2006; FERNANDES, 1986; GOBBI, 2000; PERFECTO et al., 1996; RODRIGUES, 2001; SOTO-PINTO et al., 2000).

Num período em que predomina a preocupação com o meio ambiente, a cafeicultura brasileira, principal causa do desmatamento da Mata Atlântica, pode ter seu modelo de cultivo reformulado visando maior conservação de biodiversidade.

A grande questão colocada atualmente é como aumentar a produção agrícola frente a uma população mundial crescente com o máximo de conservação da vegetação nativa e sua biodiversidade. Angelsen e Kaimowitz (2000) questionam se o “progresso tecnológico” na agricultura protege ou ameaça as florestas tropicais, pois com maior produtividade e mais lucro o produtor tenderia a cultivar mais terra, resultando em maior desmate. Seria possível uma situação de ganho para ambos os lados com aumento da renda do produtor, aumento da produção agrícola e conservação das florestas?

Neste contexto, a cafeicultura sombreada, com espécies arbóreas locais, pode gerar uma resposta positiva. A introdução do sombreamento com espécies arbóreas nativas nos cafezais brasileiros mitigaria os efeitos nocivos do monocultivo, contribuindo para o aumento da biodiversidade em diversas regiões do Brasil, localizadas nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia.

Sistemas de produção de café ecologicamente mais sustentáveis devem ser comparados a outros sistemas, tanto sob os aspectos técnicos de manejo quanto econômicos e de qualidade de

grãos. Apesar de mais sustentáveis do ponto de vista ecológico, para se manterem e continuarem em crescimento, estes sistemas precisam ser tecnicamente e economicamente viáveis (LYNGBAEK; MUSCHLER; SINCLAIR, 2001).

Em vista deste panorama, o presente trabalho avalia produtividade do cafeeiro, características químicas de solo, folhas e grãos, qualidade do café produzido (bebida, tipo e tamanho dos grãos) e radiação solar incidente no solo de distintos sistemas de produção de café. A ciclagem de nutrientes proporcionada pela deposição de folhas da espécie arbórea ao solo também é ponto importante do trabalho. Devido ao grande crescimento de distintos sistemas de certificação na cafeicultura, o trabalho também avalia as principais certificações de café no Brasil objetivando fornecer informações aos produtores e consumidores para que tomem uma decisão de forma clara e consciente.

A partir destas informações será discutida a viabilidade e a sustentabilidade destes sistemas.

A hipótese do trabalho é que o sombreamento do cafeeiro com uma espécie caducifólia no período de dias curtos, secos e frios, não reduz a produtividade em relação ao cafeeiro a pleno sol nesta região do país, além de promover maior ciclagem de nutrientes no sistema e melhor qualidade de grãos.

Assim, este trabalho visa responder a seguinte questão:

É possível cultivar café arábica, orgânico e convencional, sombreado com a espécie nativa *Platycamus regnellii*, no sul do Estado de Minas Gerais, associando vantagens técnicas às vantagens ecológicas?

1.2 Objetivos

Avaliar a sustentabilidade técnica de distintos sistemas de produção de café (i) café orgânico a pleno sol, (ii) café orgânico sombreado, (iii) café convencional a pleno sol e (iv) café convencional sombreado, localizados na região sul do Estado de Minas Gerais por meio da determinação dos seguintes parâmetros:

- Produtividade do cafeeiro
- Qualidade do café:
 - avaliação sensorial da qualidade da bebida
 - determinação do tipo/número de defeitos dos grãos
 - tamanho dos grãos
- Composição química elementar de grãos e folhas por INAA (análise por ativação neutrônica instrumental)
- Fertilidade, matéria orgânica e pH do solo
- Nutrição vegetal
- Ciclagem de nutrientes
- Radiação solar incidente no solo

Também é objetivo desta pesquisa o processo continuado de educação e extensão. Por meio da descrição, caracterização e avaliação das diferentes certificações de café no Brasil, busca-se fornecer informações aos produtores e consumidores para que tomem uma decisão de forma clara.

1.3 Revisão bibliográfica

1.3.1 Café no Brasil: histórico, importância e panorama atual

1.3.1.1 Histórico

O café (*Coffea*) é o principal gênero da família das Rubiáceas, que possui mais de 6000 espécies. Atualmente, duas espécies deste gênero têm importância econômica: *Coffea arabica* (aproximadamente 70% da produção mundial) e *Coffea canephora* (aproximadamente 30% da produção mundial) (CIO, 1997; CLARKE; MACRAE, 1985a; MATIELLO et al.,2002; RENA et al.,1986).

Relata-se que o *Coffea arabica* tenha se originado nas florestas tropicais da Etiópia onde os invasores árabes verificaram que a população local tinha o hábito de mascar os frutos secos e as folhas como estimulante. Este hábito foi adotado pelos árabes que passaram a consumir a bebida feita de frutos maduros, e possivelmente, também de “cerejas” torradas (MALAVOLTA et al., 1974). Diversas lendas retratam seu aproveitamento pelo homem, sendo a mais famosa a do pastor etíope que observara suas cabras mais ativas após comerem folhas do determinado arbusto. Ele também passou a ingerir tais folhas, tornando-se o pastor mais esperto e comunicativo da região (GRANER; GODOY JÚNIOR, 1964).

O nome café é dado ao fruto ou ao grão do cafeeiro, além da infusão feita com o grão torrado e moído e do estabelecimento onde se vende a bebida diretamente ao público. Alguns autores admitem que a palavra café tenha se originado de Cafa, região de sua origem, na Etiópia. Muitos também concordam que tenha sido derivada da palavra árabe *qahwa* ou *kahwa*, que significa vinho, e, a partir do século XIV, passou a ser usada na Arábia para designar o próprio café (GRANER; GODOY JÚNIOR, 1964).

No século XV, o café foi transportado da Abissínia para a Arábia, de onde foi levado para Java, sendo lá cultivado pelos holandeses. A Holanda presenteou Luís XIV, da França, com uma planta de café, replantada nos Jardins de Plantas de Paris. Destas plantas de Paris, teve origem a cafeicultura da América Central. Em 1718, vindo da Holanda, entrou na América do Sul pelo Suriname e depois Guiana Holandesa e Guiana Francesa.

No Brasil, foi introduzido pelo sargento-mor Francisco de Melo Palheta no ano de 1727 trazido da Guiana Francesa para Belém do Pará. A história conta que João da Maia Gama, na época Governador do Maranhão, ouvira que o café teria grande valor comercial e decidiu enviar o sargento tanto para resolver problemas de fronteira como para trazer o café ao Brasil. O café foi, então, cultivado no Maranhão e se expandiu em pequenas plantações para os estados vizinhos, atingindo a Bahia em 1770. Chegou ao Rio de Janeiro ao final da década de 1760, vindo do Maranhão, onde o cultivo se ampliou. Espalhando-se para a Serra do Mar, alcançou o Vale do Paraíba e os Estados de São Paulo e Minas Gerais. No centro-sul do país, encontrou condições climáticas favoráveis para o seu cultivo, chegando de forma efetiva a Ribeirão Preto em 1835, Campinas em 1840 e Noroeste Paulista e Norte Paranaense entre 1928 e 1930. No Espírito Santo e na região norte do Rio de Janeiro, foi introduzido a partir de 1920. O cultivo na Bahia e em Rondônia iniciou-se nos anos 70 (GRANER; GODOY JÚNIOR, 1964; MALAVOLTA et al., 1974, MATIELLO et al., 2002; ROMERO; ROMERO, 1997).

Desta forma, o ciclo do café foi implantado no Brasil, após os ciclos do ouro e da cana, explorando terras virgens e usando mão-de-obra escrava e depois a de colonos imigrantes.

1.3.1.2 Importância e panorama atual

A cadeia do café movimenta mundialmente US\$ 70 bilhões ao ano, representando a segunda commodity mais comercializada no mundo, atrás somente do petróleo (CCCC, 2008), e apresentando grande importância não só a países produtores, mas também a países importadores, processadores e consumidores (CUNHA, 2006; LOUREIRO; LOTADE, 2005) como Alemanha, Estados Unidos, Holanda e Itália. É também, depois da água, a bebida mais popular, com consumo anual superior a 400 bilhões de xícaras (FERIA-MORALES, 2002).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café há 150 anos, com 38 milhões de sacas de 60 kg produzidas e 26 milhões de sacas exportadas na média dos anos de 2003 a 2007 (CONAB, 2007; ICO, 2007), respondendo por 30% a 40% da oferta mundial de café ao longo destes anos. Em segundo lugar, encontra-se o Vietnã, seguido pela Colômbia (CONAB, 2007; ICO, 2007).

Considerando as safras de 2006 e 2007, o Estado de Minas Gerais responde por 46% do volume nacional de café produzido, seguido de Espírito Santo - 19%, São Paulo - 12%, Paraná - 7%, Rondônia - 6% e Bahia - 6% (CONAB, 2007).

O café teve suma importância no desenvolvimento do Brasil, sendo o elemento central do crescimento econômico do centro-sul do país entre os anos de 1800 e 1975. É inegável a enorme contribuição que esta espécie rubiácea trouxe à nação com influência marcante na formação de importantes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Santos, Campinas, Ribeirão Preto, Londrina e tantas outras do interior dos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia e Rondônia (IBC, 1964, 1977, 1989).

Por longo período, o café foi a maior fonte de riqueza para o país com participação de até 60% na receita das exportações entre os anos de 1870 e 1890. Devido a esta enorme dependência, o café foi uma das primeiras commodities a ser alvo de políticas nacionais e internacionais de controle da produção e comercialização (IBC, 1964, 1977, 1989; MATIELLO et al., 2002; RUFINO, 2003). Com o aumento da industrialização do país e o avanço de outras commodities agrícolas, o café diminuiu sua importância nacional, mas ainda é cultura dominante nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Em Minas Gerais, 45,9% do PIB do agronegócio é oriundo da cafeicultura (BARROS; FACHINELO; SILVA, 2008).

O estado de São Paulo não tem mais a hegemonia da produção cafeeira entre 1800 e 1985, mas ainda mantém a liderança no setor de torrefação e exportação bem como possui importância destacada no fornecimento de insumos e máquinas ao setor (ABIC, 2008a; CONAB, 2007; MATIELLO et al., 2002). No período entre 1800 e 1985, a produção paulista só foi ultrapassada pelo Estado do Paraná que, durante a década de 1960, liderou a produção nacional. A partir de 1985, Minas Gerais passa a liderar a produção brasileira, aumentando a cada ano a distância em relação aos outros estados produtores.

O sul de Minas Gerais destaca-se como a principal região produtora de café do estado, do país e do mundo, além de maior região produtora de café orgânico no Brasil (CONAB, 2007; MATIELLO et al., 2002).

Ainda hoje com grande importância na balança comercial brasileira, o café foi responsável pela entrada de divisas da ordem de US\$ 2,4 bilhões em 1999, US\$ 1,76 bilhões em 2000, US\$ 1,4 bilhões em 2001 e US\$ 1,4 bilhões em 2002, ano em que ocupou o terceiro lugar entre as commodities agrícolas exportadas, atrás apenas da soja e açúcar com entradas respectivas

de US\$ 6,0 bilhões e US\$ 2,1 bilhões (SECEX, 2002). Com a valorização do café no mercado internacional a partir de 2004 e também com o aumento das exportações de café industrializado, a entrada de divisas gerada pelo produto subiu para US\$ 2,1 bilhões em 2004, US\$ 3 bilhões em 2005, US\$ 3,3 bilhões em 2006 e 3,8 bilhões em 2007, (MDIC, 2008; SCARAMUZZO, 2006). O café ocupa hoje a quinta posição entre as commodities agrícolas exportadas atrás da soja e derivados, carnes, produtos florestais e açúcar e álcool, respectivamente (MDIC, 2008).

Perdendo apenas para os Estados Unidos, o consumo interno brasileiro foi de 17 milhões de sacas de 60 kg em 2006 (ABIC, 2008a; ICO, 2007). O consumo per capita no Brasil que era de 5,9 kg em 1965 caiu até 2,8 kg em 1985, mas vem subindo desde então, atingindo 5,6 kg em 2007. Dos principais países produtores de café, o Brasil é o que apresenta o maior consumo per capita e, conseqüentemente, a menor dependência da variação desta commodity na bolsa de Nova Iorque. O grande aumento no consumo de cafés especiais, como os orgânicos e os *gourmets*, é um dos fatores para o crescimento contínuo no consumo interno (ABIC, 2008a).

O Brasil sempre se posicionou no mercado de forma competitiva mais por volume e preço do que por qualidade, oferecendo café commodity de baixo valor agregado. Entretanto, a partir da década de 90, o setor vem atuando fortemente, divulgando e comprovando a qualidade do café nacional o que ajudou a elevar o preço do café brasileiro e a aumentar as exportações e o consumo interno (ANBA, 2007). A certificação é um instrumento que contribuiu muito neste sentido.

Segundo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a indústria do café está entre os dez setores da economia brasileira que geram, ao mesmo tempo, mais emprego e maior crescimento econômico (ABIC, 2008a). Dados estimam em 8,4 milhões de empregos diretos e indiretos numa cadeia que vai do campo à xícara, sendo que no período de colheita aproximadamente 3 milhões de trabalhadores sazonais aderem ao trabalho (COELHO, 2002; RUFINO, 2003).

O estado de São Paulo ocupa o segundo lugar em número de torrefadoras cadastradas na ABIC (291), muito próximo a Minas Gerais (308). Contudo, São Paulo possui 5 torrefadoras entre as 10 maiores e 32 entre as 100 maiores, enquanto Minas Gerais possui 2 e 16 respectivamente, evidenciando que mais café é industrializado em São Paulo do que em Minas Gerais (ABIC, 2008a).

Conforme se pode verificar, apesar de a cafeicultura também procurar alternativas para o aumento da mecanização, rumando a terras mais planas de cerrado, ainda oferece bastante serviço, sobretudo na colheita, sob condições humanas bastante superiores às colheitas de cana e de laranja. O cultivo de café emprega mais mão-de-obra por área do que os cultivos anuais como soja e milho, com destacada função social, pois distribui a receita ao longo da cadeia enquanto cultivos altamente mecanizados concentram a receita nos fornecedores de insumos e máquinas.

Interessante notar que a cafeicultura é uma das commodities agrícolas que mais agrega valor por área ao produtor. Considerando a produtividade média nacional do biênio 2007-2008 de 18 sacas de 60 kg/ha a um preço médio de US\$ 140/saca chega-se a um valor bruto de US\$ 2.520/ha. A soja brasileira apresentou produtividade média, entre os anos de 2005 e 2007, de 40 sacas de 60 kg/ha e um preço médio de US\$ 20/saca no período, chegando-se a um valor bruto ao produtor de US\$ 800/ha (CONAB, 2008).

A área ocupada com café no Brasil nestes últimos 50 anos não variou da mesma forma que a população de cafeeiros, devido a uma mudança significativa no número de plantas por hectare. Espaçamentos antigos resultavam entre 800 – 1500 plantas/ha e, atualmente, este número está entre 3000 – 7000 plantas/ha. Em 1960, havia 4,3 bilhões de plantas de café em 4,9 milhões de hectares (= 877 plantas/ha) e, em 2005, existiam 6,5 bilhões de plantas de café em 2,25 milhões de hectares (= 2880 plantas/ha). A produtividade média nacional do último biênio (2006-2007) foi de 18 sacas/ha, bastante superior às 7-8 sacas/ha no período de 1960-1970 (CONAB, 2007; MATIELLO et al., 2002). Portanto, devido ao ganho de produtividade, resultante de pesquisas em melhoramento, manejo, espaçamento e tratos culturais, hoje há uma área de cultivo de café inferior à metade da área da década de 1960 e uma produção total superior à média desta mesma década.

1.3.2 Sistemas de produção de café: convencional, orgânico e sombreado

1.3.2.1 Cafeicultura convencional

Os sistemas de produção convencionais atuais vêm se tornando bastante produtivos, em grande parte, devido ao alto uso de insumos externos como adubos químicos e agrotóxicos

(CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 1997). Este uso elevado de insumos sintéticos, muitas vezes de alto risco socioambiental, causa a contaminação do ambiente e de seres vivos através de seus resíduos (ALTIERI, 1999; COELHO, 2002; FERNANDES et al. 2001), além de demandarem muito combustível fóssil em seu processo produtivo.

Tais sistemas, ditos convencionais ou modernos, não consideram a complexidade do ecossistema natural, utilizando-se de extensas áreas de cultivo contínuo, também conhecido como monocultivos. O aparecimento e o aumento da população de muitas pragas e doenças é também resultado desta simplificação do ambiente (ALTIERI, 1999).

Há uma enorme pressão da sociedade para que os cultivos convencionais de café se tornem mais sustentáveis sob os aspectos socioambientais. Com isto surgiram diferentes padrões internacionais de certificação para a cafeicultura convencional que, em geral, cobram boas práticas agrícolas, como racionalidade no uso de insumos com eventual redução do uso de agroquímicos, além de conservação da biodiversidade e respeito aos trabalhadores. As certificações contribuem para o aumento da sustentabilidade na cafeicultura convencional nacional, porém ainda atingem universo reduzido da cafeicultura brasileira além do que algumas possuem baixa exigência principalmente no que se refere a questões ambientais como preservação da biodiversidade e cumprimento do código florestal (MOREIRA, 2008).

1.3.2.2 Cafeicultura orgânica

Um café orgânico é muito mais que um café sem agrotóxicos e sem aditivos químicos. É o resultado de um sistema de produção agrícola que busca manejar, de forma equilibrada, o solo e os demais recursos naturais, conservando-os no longo prazo e mantendo estes elementos entre si de forma sustentável e em harmonia com as espécies vegetais, animais e humana. Pode-se e deve-se utilizar a tecnologia orgânica disponível a fim de obter boas produtividades e sucesso econômico nesta atividade. Há uma série de produtores de café orgânico realizando um trabalho sério, profissional, com a utilização de insumos permitidos, mecanização e, em alguns casos, irrigação. Eles vêm obtendo boas produtividades e sucesso no setor, não se devendo associar produção de café orgânico a café abandonado, com baixíssimo uso de tecnologias. Por outro lado, há alguns produtores que cultivam o café orgânico com baixo ou nenhum uso de insumos e ainda

assim com sustentabilidade econômica. Entretanto, este perfil de produtor possui características históricas e ambientais muito peculiares além de desenvolverem tecnologias próprias por anos, que propiciaram sucesso (MOREIRA, 2008).

A agricultura orgânica é considerada uma agricultura sustentável, pelo seu modo de produção, que busca manter produções viáveis por um longo tempo através de tecnologias ecológicas e normas de manejo que conservem ou melhorem a base física e a capacidade suporte do ecossistema. As técnicas de produção são baseadas na utilização de subprodutos da reciclagem da matéria orgânica vegetal e animal em substituição à adubação química e aos agrotóxicos. Adotando-se o uso de fertilizantes orgânicos (compostos, esterco, tortas vegetais, etc) e minerais pouco solúveis (rochas moídas sem tratamento químico, como fosfatos naturais e calcário), o cultivo de adubos verdes, o controle alternativo de pragas e doenças e a preservação da vegetação e fauna nativa, o sistema de café orgânico reduz a dependência de insumos externos e gera melhores condições para a fauna e pessoas da região (GROSSMAN, 2003; LOUREIRO; LOTADE, 2005). Grande parte dessas técnicas está sendo aplicada ao cultivo de café, obtendo-se produções satisfatórias principalmente na região sul de Minas Gerais, interior de São Paulo e norte do Paraná (MOREIRA, 2008; THEODORO, 2001).

A produção orgânica tem como diferencial a oferta de produtos saudáveis, livre de agroquímicos, as relações justas de trabalho, a preservação ambiental, a não contaminação dos trabalhadores rurais e a possibilidade de atender mercados diferenciados dispostos a pagarem prêmios pela qualidade do produto e pela dificuldade de produção (UZEDA, 2004).

Números da *International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM, 2007) estimam que o mercado global de orgânicos em 2006 atingiu 30 bilhões de euros e que a área total com orgânicos seja 31 milhões de hectares, sem considerar as áreas de extrativismo certificadas.

O Brasil, líder na produção de café convencional, respondeu por aproximadamente 40% da produção mundial na última década (ICO, 2008). Porém, como produtor de café orgânico ocupou apenas o 6º lugar nos anos de 2002 e 2003, atrás de países como México, Peru, Tanzânia, Costa Rica e Equador. As 80 mil sacas de café orgânico certificado produzidas em 2002 e 2003 representaram, respectivamente, 0,2% e 0,3% da produção total de café nacional (FRANCO, 2003; MOREIRA; FERNANDES; TAGLIAFERRO, 2003).

Na última crise do café, de 2000 a 2004, muitos produtores brasileiros iniciaram a conversão de suas lavouras para o sistema orgânico na expectativa de vender o café a preços até 250% superiores, resultando, em 2004, na maior safra de café orgânico brasileira, de aproximadamente 250 mil sacas. Contudo, alguns destes produtores entraram neste sistema somente com objetivos comerciais e não por ideologia ecológica, desistindo da produção orgânica com a recuperação dos preços da commodity (SCARAMUZZO, 2005). Devido à desistência de produtores pelo aumento do preço do café convencional associada a dificuldades técnicas de produção e de comercialização, este volume foi reduzido a 130 mil sacas em 2005 (SOUZA; SAES; DOLNOKOFF, 2005) e 70.000 sacas em 2006, de acordo com a Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil (ACOB, 2008; MOREIRA, 2008). Aqueles que continuam firmes no orgânico são os que possuem fortes princípios ecológicos, os que encontraram mercado bastante remunerador e estável e também os que estão com produtividade e custo razoáveis (SCARAMUZZO, 2005).

O México, maior produtor mundial de café orgânico, foi responsável por 400 mil do total de 900 mil sacas de café orgânico produzidas no mundo em 2002 (GROSSMAN, 2003). Em 2003 e 2004, produziu aproximadamente 500 mil sacas de café orgânico certificado por ano em área de 70.000 ha (LERNOUD; PIOVANO, 2004). Entretanto, a safra 2005/2006 foi reduzida em 70% devido a severos acidentes climáticos em Chiapas, sua principal região produtora (AGNOCAFE, 2006).

Com crescimento considerável na produção de café orgânico, o Peru passou a dividir com o México a liderança na produção mundial, sendo que 30% de sua produção nacional de café é orgânica e certificada (AGNOCAFE, 2006).

Hoje, Peru e México, com produção anual média de 400 mil sacas lideram a produção mundial de café orgânico que é de aproximadamente 1.300.000 sacas (ACOB, 2008).

Os produtores de café orgânico nacionais são micro (associados à certificação *Fair Trade*), pequenos, médios e grandes, todos com objetivos de diferenciação de seu produto e/ou preocupações socioambientais. Os micro produtores visam uma subsistência mais digna, com melhorias socioambientais e possíveis lucros econômicos. Já os pequenos, médios e grandes são produtores que vivem exclusivamente de suas atividades rurais, ou são profissionais de outras áreas que buscam um projeto de vida que seja socialmente, ambientalmente e economicamente viável (MOREIRA, 2008).

São características desejáveis que a propriedade esteja localizada em tradicional região para qualidade de grãos e que também apresente menor pressão de pragas e doenças. A fertilidade natural do solo é ponto importante, mas este fator deve ser cruzado com a possibilidade de mecanização, uma vez que solos naturalmente mais férteis tendem a ser localizados em serras de relevo movimentado. A disponibilidade de matéria orgânica para adubação próxima à propriedade também deve ser considerada. Outro fator muito importante é o ideal ecológico associado ao empreendedorismo e profissionalismo do produtor.

A produção orgânica nacional de café carece de estudos sobre a influência deste manejo diferenciado na biodiversidade, fertilidade do solo e nutrição do cafeeiro bem como na qualidade de seu produto final e nos aspectos econômicos. Busca-se atualmente na cafeicultura orgânica nacional a redução no custo de produção, seja pelo aumento da produtividade e/ou redução no uso de insumos e/ou aumento da eficiência das operações, associado ao aumento da qualidade dos grãos e a maior biodiversidade nos cultivos. Alguns produtores detêm tecnologias que propiciam boa produtividade, mas na maioria das vezes só são viáveis naquela região ou não são difundidas para outras regiões (ACOB, 2008).

O Brasil precisa investir esforços para elevar sua produção de café orgânico, aliando qualidade e sustentabilidade socioambiental, garantindo assim competitividade nas exportações (MOREIRA et al., 2002).

A certificação do café orgânico é um processo necessário para aqueles que desejam produzir organicamente e comercializar seu produto no mercado formal. É um processo de auditoria, no qual uma entidade (associação, instituto, etc) credenciada por normas nacionais e/ou internacionais acompanha o processo produtivo de uma propriedade/empresa, através de visitas e controle documental, visando o monitoramento dos insumos utilizados, técnicas de cultivo, produtividade, estoque, vendas, rastreabilidade, além de aspectos sociais e ambientais (CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 1997; HARADA, 2001; KILIAN et al., 2006).

O Anexo A apresenta uma descrição das Normas e Procedimentos para Certificação Orgânica apresentados em evento de certificação de café por Moreira (2008).

1.3.2.3 Cafeicultura sombreada

O café arábica é originado de florestas tropicais de altitude da Etiópia (ABIC, 2008a; DaMATTA, 2004; MALAVOLTA et al., 1974), associado a diversas espécies vegetais silvestres (SANTANA; FARÁ, 2000).

A discussão sobre café sombreado *versus* café a pleno sol vem se desenvolvendo há mais de um século (MUSCHLER, 2001) e, até hoje, as informações disponíveis ainda são controversas (JARAMILLO-BOTERO et al., 2006; RIGHI, 2005). A condução de estudos em propriedades cafeeiras para determinar a relação entre sombra e produção de café é reconhecida como uma prioridade por especialistas (BEER, 1998; MUSCHLER; BONNEMANN, 1997; SOTO-PINTO et al., 2000). Alguns estudos indicam que o sombreamento resulta em redução da produtividade do café (CAMPANHA et al., 2004; MATIELLO et al., 2002; MIRANDA; PEREIRA; BERGO, 1999; SANTINATO et al., 2002), outros indicam manutenção dos mesmos níveis (MELO; GUIMARÃES, 2000; MOREIRA, 2004, SALGADO, 2004), enquanto outros indicam aumento da produtividade (BAGGIO et al., 1997; FERNANDES, 1986; FREITAS et al., 2002; HASHIZUME; MATIELLO; BRANDÃO, 1980; MARQUES, 2000; MATIELLO; FERNANDES, 1989; RICCI et al., 2002).

Promovendo mais biodiversidade e, portanto, maior sustentabilidade ecológica, o sombreamento pode oferecer vantagens técnicas quando comparado ao cultivo a pleno sol. Melhor qualidade de grãos, redução da pressão de pragas e doenças, menor erosão e lixiviação, maior ciclagem de nutrientes, teores mais elevados de matéria orgânica e nutrientes no solo, redução nos gastos com controle de espécies vegetais invasoras, manutenção de clima mais ameno e mais úmido, maior disponibilidade de água no solo e possibilidade de renda extra são algumas destas vantagens em potencial (ALTIERI, 1999; CAMARGO, 2007; COELHO et al., 2006; FERNANDES, 1986; GOBBI, 2000. RODRIGUES, 2001; SOTO-PINTO et al., 2000). O papel das árvores na conservação de solos e cursos de água é bem estabelecido. Além disso, plantações de café sombreado têm sido citadas como refúgios para biodiversidade porque podem preservar alta diversidade de organismos, como pássaros, artrópodos, mamíferos e orquídeas (GOBBI, 2000; PERFECTO et al., 1996;).

Em tempos de aquecimento global e secas severas, o sombreamento é uma ótima alternativa para melhorar as condições térmicas e hídricas, resultando em aumento de

produtividade e redução no custo de produção e é a única alternativa para o cultivo de café em algumas regiões marginais (LIN, 2007).

O uso de árvores em plantações de café para o sequestro de carbono e redução da dependência externa de nitrogênio tem um grande potencial para a mitigação do aquecimento global (MONTAGNINI; NAIR 2004). Este potencial é ainda superior no Brasil, uma vez que a maioria absoluta dos cultivos de café é a pleno sol. O uso de árvores para sequestro de carbono e produção de madeira e frutos tem sido proposto como um meio para aumentar a renda de pequenos produtores de café no México (SOTO-PINTO et al., 2000).

Espécies arbóreas fixam e reciclam os elementos químicos nos sistemas, absorvendo os elementos do solo através de suas raízes e, posteriormente, liberando-os através da queda de suas folhas, frutos, galhos e troncos (CARDOSO et al., 2003; JORDAN, 1985; LIKENS; BORMANN, 1995). Trabalhando com a espécie leguminosa *Gliricidia sepium* sombreando café, Coelho et al. (2006) concluíram que a espécie arbórea teve grande importância no fornecimento de N para os cafeeiros. Quando depositadas no solo, as folhas mais grossas, coriáceas, como no caso das folhas da espécie arbórea leguminosa *Inga sp*, apresentam taxas lentas de decomposição, contribuindo para o aumento dos níveis de matéria orgânica no solo e para a supressão de espécies vegetais invasoras (PEETERS et al., 2003). As folhas da espécie *Platycamus regnellii*, estudada no presente trabalho, apresentam características similares às de *Inga sp*.

Na maioria dos países, o café é produzido em sistemas sombreados, constituindo-se o Brasil a grande exceção. Os cafés produzidos na Etiópia, Sumatra, Nova Guiné e Timor são todos cultivados sob sombra. Na América Latina, os cafés do México, Nicarágua, El Salvador, Peru, Panamá e Guatemala são todos cultivados de forma sombreada. No México, 90% das plantações de café são sombreadas (PEETERS et al., 2003), enquanto na Colômbia 70% dos cafezais são cultivados de forma sombreada (GOMEZ, 2007).

A cafeicultura nacional caracteriza-se por extensas áreas de monocultivo a pleno sol, desconsiderando o fato de o café ser uma espécie originária de florestas caducifólias da Etiópia (RICCI et al., 2002). As plantações nacionais são vistas como *non-friendly*, monoculturas, sem árvores e com elevado uso de insumos (MOREIRA et al., 2002), sendo mundialmente criticadas devido à escassez de biodiversidade. Aparentemente, no Brasil, os primeiros produtores desconheciam como o cultivava-se o café em outros países e utilizaram técnicas tradicionais de derrubada e queimada da mata igualmente adotada nos cultivos de cana e algodão (DEAN, 1997).

Mesmo com alguns resultados científicos positivos utilizando sombreamento, poucos produtores brasileiros adotaram árvores em suas lavouras. Em um destes trabalhos, Baggio et al. (1997) estudaram durante 10 anos o efeito do sombreamento por *Grevillea robusta* em café arábica variedade Catuaí, no norte do estado do Paraná. O objetivo principal do trabalho era avaliar a proteção contra geadas, mas produção de madeira e produtividade de café também foram avaliadas. Na média de 10 anos de safras, os tratamentos com 34, 48 e 71 árvores por hectare foram mais produtivos que a testemunha a pleno sol.

Há de se distinguir a cafeicultura equatorial, de baixas latitudes (América Central, norte da América do Sul e região central da África) da cafeicultura próxima aos trópicos, de médias latitudes (centro-sul do Brasil e norte da África). Nas regiões de latitudes baixas, o clima é mais uniforme durante o ano, com alta umidade, fotoperíodo constante e menor variação de temperatura, enquanto nas médias latitudes, temperatura, umidade e fotoperíodo variam bastante ao longo do ano, com final de outono e inverno com dias secos, frios e curtos. Conseqüentemente, as floradas são distintas nestas duas regiões, ocorrendo 3 a 4 floradas de intensidades decrescentes entre agosto e novembro no centro-sul do Brasil e até 20 floradas distribuídas durante o ano nas regiões equatoriais (CAMARGO, 2007; MOREIRA, 2004). Portanto, devido à escassez de luminosidade, umidade e energia no período de dias curtos, é esperado que um sombreamento intenso o ano todo venha a atrapalhar a indução floral na cafeicultura próxima aos trópicos, enquanto na cafeicultura equatorial este efeito não deve ocorrer, por existir luz, umidade e energia suficientes que propiciam as diversas floradas do cafeeiro cultivado nestas regiões. Assim, espera-se que, para as regiões próximas aos trópicos, seja indicado o uso de espécies arbóreas caducifólias no período de dias curtos, secos e frios, permitindo a entrada de luminosidade neste período crítico (MOREIRA, 2008).

A falta de pesquisas em sistemas agrofloretais no Brasil é um problema para o desenvolvimento da cafeicultura sombreada no país. Os estudos privados e públicos efetivados na cafeicultura têm como foco principal a produtividade, deixando a qualidade e a sustentabilidade da produção como objetivos secundários (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

1.3.3 Biodiversidade

A biodiversidade é um dos conceitos mais citados e discutidos ultimamente. Refere-se a todas as espécies de plantas, animais e microrganismos existentes e que interagem dentro de um ecossistema (RICKLEFS, 1996).

Pesquisadores do mundo todo têm alertado sobre o uso indiscriminado de recursos naturais e a consequente redução da biodiversidade e extinção de diversos animais e plantas, muitos sem que a ciência os tenha estudado (WILSON, 1997).

Práticas atuais de agricultura tendem a reduzir a biodiversidade pela introdução de monoculturas que são genética e fenologicamente uniformes no espaço e no tempo. Nos agroecossistemas, a biodiversidade realiza diversos serviços ecológicos além da produção de comida, incluindo a reciclagem de nutrientes, regulação de microclima e de processos hídricos locais, supressão de organismos indesejáveis e a desintoxicação de químicos nocivos (ALTIERI, 1999).

A cafeicultura, a exploração do pau Brasil e o cultivo de cana de açúcar foram os maiores responsáveis pela redução da Mata Atlântica no Brasil (COFFEEHABITAT, 2007; IBC, 1964, 1977, 1989; MATIELLO et al., 2002). O bioma Mata Atlântica originalmente cobria 15% do território nacional, correspondendo a 1.300.000 km², e é o bioma mais rico em biodiversidade do planeta. Hoje se tem aproximadamente 7% da área original como remanescente, principalmente em unidades de conservação. Estas áreas eram preferidas para o cultivo do café por possuírem matas exuberantes e, conseqüentemente, boa fertilidade natural do solo (DEAN, 1997; IRACAMBI, 2007). A cafeicultura atual brasileira ainda é, em sua maior parte, exercida em áreas de Mata Atlântica e sub-divisões deste bioma, principalmente nas florestas tropicais estacionais semidecíduais e nos campos de altitude (SOS MATA ATLÂNTICA, 2007). A partir dos anos 60, a difusão do pacote tecnológico conhecido como “revolução verde”, baseado no alto uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, propiciou condições para a cafeicultura começar a ocupar o Cerrado, visando terras mais planas e baratas (MALAVOLTA et al., 1974; RAIJ, 1991).

Os sistemas de produção de café com mais diversidade vegetal (árvores, arbustos e espécies anuais) propiciam menor pressão de pragas e doenças devido à menor oferta relativa de alimento e ao maior número de predadores e parasitas. A diversidade vegetal também contribui positivamente para a ciclagem de nutrientes uma vez que suas raízes exploram diferentes

profundidades de solo, trazendo estes nutrientes para a superfície através da queda de folhas, frutos, sementes e galhos (ALTIERI, 1999; GOBBI, 2000; PERFECTO et al., 1996).

A grande questão colocada atualmente é como aumentar a produção agrícola frente a uma população mundial crescente com o máximo de conservação da vegetação nativa e sua biodiversidade. Angelsen e Kaimowitz (2000) questionam se o “progresso tecnológico” na agricultura protege ou ameaça as florestas tropicais, pois com maior produtividade e mais lucro o produtor tenderia a cultivar mais terra, resultando em maior desmate. Seria possível uma situação de ganho para ambos os lados com aumento da renda do produtor, aumento da produção agrícola e conservação das florestas?

A cafeicultura sombreada, estudada cientificamente, visando produtividade, custo e qualidade de grãos pode gerar uma resposta positiva a esta questão.

1.3.4 Fertilidade do solo, matéria orgânica do solo e nutrição vegetal

O cafeeiro é uma espécie bastante exigente em fertilidade de solo. Desde os primórdios da cafeicultura nacional, período em que não se utilizava de nenhuma forma de adubação, a cultura se desenvolvia bem em terras recém desmatadas onde os níveis de fertilidade natural eram altos. A ausência de adubações e práticas conservacionistas exauria a fertilidade e reduzia a produtividade, levando os cafeicultores a derrubarem novas matas virgens visando lavouras mais produtivas. Aproximadamente em 1840, os cafeicultores brasileiros começaram a utilizar adubos orgânicos como esterco, chifres moídos, palhas, etc, obtendo bons resultados no que se refere à manutenção da produtividade. Em 1899, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), na época denominado Imperial Estação Agrônoma de Campinas, apresentou relatório de rentabilidade de café com e sem uso de adubos químicos, marcando o início das pesquisas com fertilizantes minerais na cafeicultura (IBC, 1977; ROMERO; ROMERO, 1997). A disseminação da adubação química na cafeicultura ocorreu a partir dos anos de 1950, propiciando o cultivo do cafeeiro em terras já desmatadas e também em terras de baixa fertilidade natural com resultados significativos sociais e econômicos ao país (MALAVOLTA et al., 1974; RAIJ, 1991).

Atualmente, cultiva-se café em diversas regiões do país e a fertilidade natural do solo não é mais fator limitante, pois pesadas doses de fertilizantes químicos são utilizadas. Entretanto, esta

grande quantidade de adubos químicos resulta em um alto custo de produção e, sobretudo, em um elevado custo ambiental, devido a perdas de nutrientes e gastos energéticos no processo produtivo que contribuem para a contaminação da água e o aquecimento global.

O uso de fertilizantes químicos na cultura é alto. No ano de 2004, foram comercializados no Brasil 22,8 milhões de toneladas métricas, das quais estima-se que 7% foram destinadas à cultura do café (COELHO et al., 2006). Os custos com adubos químicos têm se elevado bastante. Aumento nos preços do petróleo, maior demanda mundial por adubos, grande dependência nacional de adubos importados e monopólio na exploração das jazidas nacionais são os principais motivos para este aumento de custos (OLIVEIRA, 2008). No período entre os anos agrícolas de 2006 e 2007, o aumento nos preços do NPK, formulado mais utilizado na cafeicultura, chegou a 100% (CRUZ, 2008). Produtores têm buscado maior eficiência no uso de adubos bem como formas alternativas de reposição de nutrientes e minimização de perdas nas lavouras.

Para o cultivo orgânico de café, a fertilidade natural do solo é ainda de grande relevância, uma vez que o suprimento nutricional somente com insumos resulta em alto custo, principalmente devido ao elevado valor dos nutrientes N, P e K na forma de adubos orgânicos (COELHO et al., 2006). Gastos com mão-de-obra também são maiores, pois, por serem menos concentrados, os adubos orgânicos devem ser aplicados em volumes consideráveis, muitas vezes de forma manual (MOREIRA et al., 2007).

Um objetivo central da produção orgânica é manter a fertilidade natural do solo. A fertilidade do solo pode ser definida como sua habilidade em produzir uma cultura satisfatoriamente com o mínimo uso de recursos como fertilizantes químicos e orgânicos (DORAN et al., 1994).

Portanto, visando uma cafeicultura sustentável, orgânica ou não, com menores gastos com insumos, é importante gerar tecnologias que mantenham ou aumentem a fertilidade natural do solo. Espécies leguminosas arbóreas vêm sendo utilizadas há muitos anos para este fim, principalmente em países da América Central (COELHO et al., 2006).

A utilização de espécies leguminosas para adubação verde promove aumento da matéria orgânica, da capacidade de trocas catiônicas e da disponibilidade de macro e micronutrientes no solo, além de incorporação de N ao solo através da fixação biológica (SILVA et al., 2006). Resultados positivos quanto a maior disponibilidade de N no solo foram obtidos por Muraoka et al. (2002), utilizando mucuna e crotalária como adubação verde anteriormente ao plantio de

arroz. Coelho et al. (2006), trabalhando com a espécie leguminosa *Gliricidia sepium* sombreando café, concluíram que a espécie arbórea teve grande importância no fornecimento de N para os cafeeiros.

Os resíduos de cultivos são importantes componentes na estabilidade do ecossistema da terra agricultável do mundo. Estes resíduos podem ter significativo efeito na matéria orgânica do solo, níveis de biomassa microbiana, taxas de decomposição e dinâmicas de nutrientes (BLAINE, 1992).

A quantidade de matéria orgânica tem um papel central na manutenção da fertilidade do solo (CHRISTENSEN; JOHNSTON, 1997), como importante regulador de numerosas restrições ambientais à produtividade das culturas. A mineralização de resíduos em decomposição é uma enorme fonte de nutrientes às plantas (SANCHEZ et al., 1989).

A matéria orgânica do solo exerce um papel essencial no desenvolvimento e funcionamento do ecossistema terrestre. Em ambos, solos não trabalhados e solos cultivados, a produtividade potencial é diretamente relacionada com a concentração de matéria orgânica (BLAINE, 1992). Esta é resultante da decomposição de resíduos de origem animal e vegetal. Esses resíduos, ao serem depositados, sofrem inicialmente decomposição parcial pela mesofauna e, posteriormente, ação decompositora dos microrganismos, sendo fonte fundamental de nutrientes como o N, P, K, Ca, S e outros (CAMARGO; SANTOS 1999; JORDAN, 1995; PRITCHETT; FISHER, 1985). Sua constituição química não pode ser especificamente definida, considerando a diversidade de resíduos orgânicos e as reações envolvidas no processo de formação da matéria orgânica do solo (RAIJ, 1991).

A principal característica física do solo afetada pela matéria orgânica é a agregação. A partir do seu efeito sobre a agregação, indiretamente são afetadas as demais características físicas do solo, como a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e a infiltração de água, entre outras, que são fundamentais à capacidade produtiva do solo (CAMARGO; SANTOS, 1999).

Pesquisas de campo têm mostrado que boas práticas de manejo provocam uma sensível resposta na matéria orgânica do solo e nas diversas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo a ela associadas (WANDER; DRINKWATER, 2000).

Avaliando os acúmulos de matéria orgânica e nutrientes em solos submetidos a pousios com acácia no Senegal, Deans et al. (1999) constataram uma significativa correlação entre as

quantidades de matéria orgânica do solo e as quantidades de nutrientes (N, P e K) na camada superficial do solo.

A degradação do sistema do solo através de perda de matéria orgânica é resultado da movimentação excessiva do solo (FOLLET; SCHIMEL, 1989) e da retirada da vegetação natural (SRIVASTAVA; SINGH, 1989).

A diminuição do potencial produtivo de solos agrícolas tem sido atribuída a processos de erosão e decomposição da matéria orgânica. Áreas de vegetação naturais transformadas em áreas de cultivo podem acelerar a erosão, as perdas de solo e interferir na dinâmica da matéria orgânica. Principalmente em regiões tropicais, a conversão de floresta para cultivos agrícolas afeta a dinâmica do C, e as fontes e sumidouros dos gases do efeito estufa, CO², CH₄ e N₂O. (SILVEIRA et al., 2000).

A quantidade de matéria orgânica no solo é influenciada pelo tipo de cultivo e práticas de manejo adequadas podem evitar as perdas de C no solo (SILVEIRA et al., 2000). Deposição superficial de resíduos vegetais sem incorporação ao solo contribui para a diminuição das perdas de matéria orgânica por erosão e mineralização microbiológica (SILVA et al., 2006).

Portanto, a utilização de sombreamento nos cafezais pode ser uma prática adequada à manutenção e ao aumento dos teores de C no solo (MONTAGNINI; NAIR, 2004).

Acredita-se que as práticas ecológicas de nutrição de solos e plantas poderão contribuir para alterações substanciais dos conceitos da adubação mineral convencional (COSTA; CAMPANHOLA, 1997).

As plantas de café são muito exigentes em K e N. É uma das poucas culturas que apresenta demandas nutricionais similares destes elementos, sendo que a maioria das culturas apresenta o N como o principal nutriente (MALAVOLTA et al., 1974; MATIELLO et al., 2002).

É importante conhecer o estado nutricional do cafeeiro conduzido em diferentes sistemas de produção para detectar possíveis desequilíbrios, identificar quais os nutrientes mais limitantes e realizar comparações entre os sistemas. Esta identificação é comumente realizada por meio de determinação da fertilidade do solo complementada por análise foliar (GROSSMAN, 2003; THEODORO, 2002).

1.3.5 Mitigação do aquecimento global e ciclagem de nutrientes

Uma das grandes questões ambientais atuais, talvez a mais discutida, é o aquecimento global. Este é resultante de uma maior emissão de gases causadores do efeito estufa nas últimas décadas à atmosfera, principalmente após a revolução industrial (AL GORE, 2006). Os principais gases causadores do efeito estufa são CO_2 (dióxido de carbono), N_2O (óxido nitroso) e CH_4 (metano) (MONTAGNINI, NAIR, 2004).

Tais gases nocivos podem ser resultantes de ações antrópicas e de eventos naturais. De eventos naturais, têm-se a respiração dos seres vivos que emite CO_2 e os solos que muitas vezes quando encharcados realizam denitrificação, convertendo nitrato em formas gasosas como N_2O . Entretanto, as ações antrópicas são a mais significativa causa do aumento na emissão de gases nocivos. A queima de combustíveis fósseis, o desmatamento, a produção e o uso de fertilizantes nitrogenados, o plantio de arroz irrigado e a produção de bovinos são alguns exemplos de atividades humanas emissoras de gases de efeito estufa (FAO, 2007).

O reconhecimento que o acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera é a maior causa do aquecimento global e que esta emissão é consequência direta de ações antrópicas resultou em uma primeira ação internacional. Tal ação foi tomada em 1992 durante a conferência das Nações Unidas sobre o Meio-Ambiente e Desenvolvimento que aconteceu no Rio de Janeiro. Nesta conferência, diversos países concordaram com os termos da Convenção Básica das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, tratado com o propósito de reduzir a descarga de gases de efeito estufa na tentativa de combater o aquecimento global. O evento mais importante a respeito deste assunto foi a 3ª Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Kyoto no Japão, em 1997, quando resultou o protocolo de Kyoto, documento que estabelece a redução das emissões de dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa pelos países industrializados. Os signatários se comprometeriam a reduzir a emissão de poluentes em 5% ou mais, a partir de 2005 até 2012, em relação aos níveis de 1990. Um aspecto importante do protocolo é que apenas os países desenvolvidos são obrigados a reduzir suas emissões. Países em desenvolvimento, como Brasil, China e Índia, grandes emissores de gases, podem participar do acordo, mas não possuem obrigações. O conceito básico acertado para Kyoto é que todos os países têm responsabilidade no combate ao aquecimento global, porém aqueles que mais contribuíram historicamente para o acúmulo de gases na atmosfera, ou seja, os países

industrializados, têm obrigação maior de reduzir suas emissões. O protocolo também apresenta um mecanismo no qual países que emitem gases de efeito estufa em excesso podem adquirir créditos de carbono de países/projetos que fixam carbono (MONTAGNINI; NAIR, 2004; TERRAMISTICA, 2008).

Consequentemente, descobrir métodos para a fixação de C e minimização da emissão de gases de efeito estufa é uma necessidade global e cafezais cultivados de forma sombreada apresentam um grande potencial para a mitigação do aquecimento global (MONTAGNINI; NAIR 2004). Este potencial é ainda superior no Brasil, uma vez que a maioria absoluta dos cultivos de café é a pleno sol.

Os cafeeiros sombreados necessitam de menos adubo, principalmente nitrogenado, para uma mesma quantidade de café produzido. Dados obtidos na Costa Rica demonstram esse fenômeno, explicado pela maior atividade da nitrato-redutase sob menor luminosidade. Por ser o cafeeiro uma planta C3, realiza o máximo de fotossíntese sob luz difusa. Além disto, o processo produtivo desde a floração até a maturação é mais lento e, assim, melhor atendido pela produção de reservas sob condição de sombra (MATIELLO et al., 2002).

Espécies arbóreas fixam e reciclam elementos químicos nos sistemas, absorvendo os elementos do solo através de suas raízes e, posteriormente, liberando-os através da queda de suas folhas, frutos, galhos e troncos (JORDAN, 1985; LIKENS; BORMANN, 1995).

Em sistemas de café sombreado, as árvores exercem uma série de funções que minimizam as perdas de nutrientes e aumentam sua entrada no sistema:

- a) Minimização da lixiviação e aumento da absorção (CLARKE; MACRAE, 1985a; FERNANDES, 1986) pela presença de suas raízes, que ocupam um grande volume de solo, retendo e absorvendo os nutrientes da solução do solo que poderiam ser perdidos (JORDAN, 1985; PRITCHETT; FISHER, 1985).
- b) Minimização da erosão laminar pela presença de folhas da espécie arbórea na superfície do solo (FERNANDES, 1986; THEODORO, 2001), que são um obstáculo físico, reduzindo o escoamento superficial e estimulando a infiltração. A menor erosão laminar também pode ser decorrente de uma maior infiltração e absorção de água no

solo, consequência de um solo mais aerado, observada em cafezais sombreados (CLARKE & MACRAE, 1985a; FERNANDES, 1986).

- c) Liberação de exudatos pelas raízes da espécie arbórea. Em estudo realizado por Tornquist et al. (1999), comparando sistemas agroflorestais com pastagens na Costa Rica, foram encontrados valores mais altos de P extraível na profundidade de 0-25 cm nos sistemas agroflorestais. Estes valores podem estar relacionados com os exudatos liberados pelas raízes das árvores, em sua maioria ácidos orgânicos, os quais ajudariam na disponibilização do P (FISHER, 1995).
- d) Deposição das folhas da árvore no solo. É o retorno dos elementos à superfície do solo através da queda das folhas destas árvores (HARCOMBE, 1980). As folhas que caem contêm uma grande proporção dos nutrientes extraídos do solo anualmente pelas árvores. Esta vegetação se decompõe, liberando minerais, como o N, P e K, para as plantas reutilizarem (JORDAN, 1985; PRITCHETT; FISHER, 1985; THEODORO, 2001). O K, por não participar de combinações orgânicas na planta, como N, P e S, é liberado rapidamente ao solo (KIEHL, 1985).

Os sistemas sombreados de café possuem saldos positivos no que se refere à ciclagem de C e N, além de conservarem mais C em sua biomassa do que os sistemas a pleno sol. A fixação do C se dá pelos processos de fotossíntese e respiração. Basicamente, o C fixado é a diferença entre o carbono retido pela fotossíntese e o C perdido pela respiração. Este C está presente no tecido vegetal da planta, como tronco, galhos, folhas e raízes, e também em seus resíduos, como exudatos, folhas e galhos que caem ao solo (MONTAGNINI; NAIR, 2004).

Portanto, sistemas sombreados de café, principalmente sistemas novos com árvores leguminosas em crescimento, possuem enorme potencial de mitigação do efeito estufa devido a seus maiores teores de C e N e a sua menor demanda por adubo nitrogenado.

Sistemas orgânicos de produção também apresentam potencial de mitigação de efeito estufa, pois tendem a possuir mais C e N no solo do que sistemas convencionais, além de abolirem o uso de adubos químicos industriais, que demandam enorme quantidade de energia em seu processo produtivo.

1.3.6 Qualidade do café

O segmento de cafés de qualidade diferenciada, ou especiais, representava aproximadamente 12% do mercado internacional de café em 2001, apresentando crescimento anual de 12%, muito superior ao 1,5% dos cafés commodities (ILLY, 2006). Os conceitos de qualidade englobam desde as características físicas (origens, variedades, cor e tamanho) e sensoriais (bebida e aroma) dos grãos até as preocupações sociais e ambientais (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

A procura por qualidade em produtos alimentícios tem mostrado um crescimento constante na última década, fruto de mudanças nas preferências dos consumidores. Muitos estão dispostos a pagar mais por produtos que possuam atributos desejados, que podem incluir parâmetros tangíveis ou intangíveis (SAES; SOUZA; OTANI, 2001; SILVA; MINIM; RIBEIRO, 2005; TEIXEIRA, 1998).

O termo qualidade tangível do café pode ser definido como um conjunto de atributos físicos, químicos e sensoriais que representam o gosto dos consumidores. Para se investigar a qualidade total tangível do café, deve-se levar em consideração os fatores edafo-climáticos regionais, espécies e variedades cultivadas, condições de manejo da lavoura (adubações, agroquímicos, sombreamento, disponibilidade de água, etc), condições da colheita (quantidade de grãos verdes, café colhido no pano, no chão, umidade do ar, etc) e manejo de pós-colheita (tipo e qualidade de processo de secagem e processamento) (FRANÇA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; JUNIOR et al., 2003; PEREIRA, 1999; VAAST et al., 2006).

A qualidade do café no Brasil é oficialmente determinada por meio de três principais classificações: (i) tamanho (peneira) dos grãos de café, (ii) número de defeitos (tipo) do café e (iii) qualidade da bebida (sabor, corpo, aroma e outras características) (JUNIOR et al., 2003; MAPA, 2003; PEREIRA, 1999). A Instrução Normativa número 08 do MAPA de 11 de junho de 2003 define os critérios oficiais de qualidade do café cru brasileiro (MAPA, 2003).

Acredita-se que grãos de tamanho superior resultarão em bebida de melhor qualidade. É fato que tamanho mais uniforme de grãos resulta em torra de melhor qualidade (FERIA-MORALES, 2002). Além disso, grãos maiores causam mais impacto comercial. O uso de peneiras de tamanho de 10 a 20 é o método oficial para avaliação do tamanho dos grãos de café (MAPA, 2003) e também o mais difundido mundialmente.

A presença de grãos defeituosos (tipo do café) tem grande influência na bebida e, portanto, tem importância significativa na determinação da qualidade dos grãos de café (FRANÇA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; MANCHA AGRESTI, 2008). O tipo é proporcional à quantidade de defeitos, ou seja, maior o tipo, maior a quantidade de defeitos, começando pelo tipo 2 (amostra com 4 defeitos) e indo até o tipo 8 (amostra com 360 defeitos). Cafés com mais de 360 defeitos não são mais classificados por tipo e somente pela quantidade de defeitos. Os defeitos podem ser de origem intrínseca (grãos pretos, verdes, chochos, ardidados, etc) ou extrínsecas (presença de pau, pedra e cascas na amostra) (FERIA-MORALES, 2002; MAPA, 2003; MATIELLO et al., 2002).

A determinação da bebida é considerada o parâmetro mais importante de qualidade do café (FERIA-MORALES, 2002; MATIELLO et al., 2002; PEREIRA, 1999). Constitui-se de análise sensorial, existindo diferentes métodos para sua determinação. O Sindicafé – SP possui método próprio desenvolvido pelo GAC (Grupo de Avaliação do Café) que quantifica a amostra de 0 a 100, considerando aroma, sabor, corpo, bebida e qualidade global da amostra. Neste método, a bebida é definida pela classificação oficial brasileira (bebida mole, dura, riada, etc) (ABIC, 2008b). Já o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) utiliza metodologia própria que também quantifica a amostra de 0 a 100, mas considera fragrância, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo para se chegar à nota final (ABIC, 2008c). O método do ITAL tem como base o método de Howell (1998) que possui adesão crescente no Brasil e é dominante nos EUA e Europa. O método oficial brasileiro para determinação da qualidade da bebida segue a Instrução Normativa número 08 (MAPA, 2003), considerando as qualidades de bebida como estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, rio e rio zona. É o método amplamente mais utilizado no país (MAPA, 2003).

Potássio é tido como o elemento de maior influência na qualidade da bebida do café (BATAGLIA, 2007; SILVA et al., 1999; SILVA; NOGUEIRA; GUIMARÃES, 2002). Grande responsabilidade no crescimento e enchimento dos grãos (MILLS; JONES, 1997), melhoria da resistência a pragas, doenças e frio (MATIELLO et al., 2002) e grande percentual deste elemento nos grãos de café cru são, provavelmente, os motivos desta influência na qualidade.

Os cafés orgânicos vêm apresentando alta qualidade nos últimos anos. Resultados dos concursos de qualidade de café *Cup of Excellence* realizados pela BSCA (*Brazilian Specialty Coffee Association*) colocaram o café orgânico sempre em destaque. Em 1999, o produtor Alex

Nanneti, do município de Machado, sul de Minas Gerais, obteve o segundo lugar e, em 2001, o produtor Paulo Sérgio de Almeida, município de Paraisópolis, também no sul de Minas Gerais, ganhou este importante concurso (SOUZA; SAES; DOLNOKOFF, 2005). Na edição de 2005, entre os 36 lotes classificados para o leilão, 28 foram de Minas Gerais, 4 de São Paulo, 3 do Espírito Santo e 1 da Bahia. O primeiro colocado vendeu seu lote de 15 sacas por US\$ 6.580/saca, enquanto a bolsa de Nova Iorque apresentava preços de US\$ 140/saca (BSCA, 2007). Interessante frisar que entre os 36 classificados havia 3 produtores de café orgânico, proporção muito acima do percentual de produtores orgânicos no universo da cafeicultura nacional. Em 2007, o produtor de café orgânico Manoel Carlos Hernandez, do município de Fortaleza de Minas, sul de Minas Gerais, ganhou o concurso de qualidade da Cooparaíso, segunda maior Cooperativa de Café do Brasil. O produtor foi o único orgânico entre os 220 participantes (CAFEPPOINT, 2008), destacando mais uma vez o potencial do café orgânico de qualidade.

O preço de venda do café orgânico é sempre em função da qualidade e da certificação orgânica, sendo a qualidade considerada um pré-requisito para o prêmio e a certificação uma ferramenta para diferenciar o produto (KILIAN et al., 2006).

O Anexo B apresenta a Instrução Normativa número 08 do MAPA de 11 de junho de 2003.

1.3.7 Composição química elementar de grãos de café

A composição química do café depende da espécie e da variedade em questão, região de cultivo, práticas agrícolas, grau de maturação, colheita e pós-colheita e condições de armazenamento, possuindo influência direta na qualidade da bebida do café (FAVARIN et al., 2004). O conteúdo mineral de grãos de café verde é aproximadamente 4% da matéria seca, com o potássio representando cerca de 40% deste valor. O cálcio e o magnésio estão presentes em quantidades inferiores, similares à do fósforo e do enxofre (CLARKE; MACRAE, 1985b).

O elemento potássio é tido como o de maior influência na qualidade da bebida do café (BATAGLIA, 2007; SILVA et al., 1999; SILVA; NOGUEIRA; GUIMARÃES, 2002). Responsabilidade no crescimento e enchimento dos grãos de café (MILLS; JONES, 1997),

aumento da resistência da planta a pragas, doenças e frio (MATIELLO et al., 2002) e elevado percentual deste elemento nos grãos de café cru são provavelmente as razões para a relação do K com a qualidade de café. Portanto, a determinação de elementos químicos em grãos de café deve ser realizada através de uma técnica confiável, a qual não demanda dissolução de amostras, como a análise por ativação neutrônica instrumental (INAA), um método primário de medidas (CCQM, 2007).

Trabalhos de Martin, Pablos e Gonzales (1998a, 1999) mostraram ser possível caracterizar diferentes espécies de café (Arábica e Robusta) pela composição química elementar, bem como pelo seu conteúdo de cafeína e aminoácidos livres (1998b). Krivan, Barth e Morales (1993) conseguiram determinar a região de origem do café baseando-se na sua composição química elementar. Costa Freitas e Mosca (1999) caracterizaram com sucesso a origem geográfica de cafés torrados pela determinação de compostos voláteis (fração aromática). Por meio da composição química elementar de grãos de café, determinada por INAA, e técnicas estatísticas KDD / Data Mining, Tagliaferro (2003) conseguiu distinguir cafés cultivados sob diferentes sistemas de produção (orgânico e convencional) enquanto Moreira (2004) conseguiu diferenciar cafés orgânicos sombreados dos cafés orgânicos a pleno sol.

1.3.8 Análise por ativação neutrônica instrumental

A análise por ativação neutrônica baseia-se no bombardeamento de amostras com nêutrons, que interagem com os núclídeos que as compõem, formando radionúclídeos pela reação conhecida como ativação. Essas reações ocorrem nos núcleos atômicos de diversos elementos, normalmente pela captura de um nêutron, quando a amostra é bombardeada. Se o núclídeo produto for radioativo, então as propriedades e intensidades da radiação característica emitida a partir de seu decaimento podem ser utilizadas para a determinação do elemento, sendo este o princípio básico da análise por ativação neutrônica. A energia da radiação emitida é característica para cada núclídeo permitindo sua identificação, e sua intensidade depende do número de núclídeos ativados. O número de núclídeos ativados é proporcional ao número de átomos presentes na amostra, dependendo, também, do fluxo de nêutrons incidente, da seção de choque e da abundância isotópica do núclídeo alvo, calculando-se a concentração do elemento na amostra

a partir destas informações (ALFASSI, 1990; DE SOETE; GIJBELS; HOSTE, 1972; HOSTE; BEEK; GIJBELS, 1971).

A análise por ativação neutrônica é uma das mais sensíveis e precisas da análise elementar quantitativa, não depende de separações ou dissoluções de amostras e permite determinação multielementar. Esta técnica foi avaliada sob o ponto de vista da metrologia, concluindo-se ser adequada para validação de testes de proficiência, desenvolvimento de materiais de referência e métodos de referência (BODE; FERNANDES; GREENBERG, 2000; GREENBERG et al., 2000).

Entre as modalidades de análise por ativação neutrônica, a mais utilizada é a análise por ativação neutrônica instrumental (INAA). Esta minimiza o trabalho de preparo das amostras, estando geralmente restrito à obtenção de um material seco, fino e homogêneo. Não necessita de separações químicas e dissolução de amostras, o que proporciona um procedimento analítico mais fácil, reduz a possibilidade de contaminação e evita a ocorrência de fracionamentos ou recuperações parciais de elementos (TAGLIAFERRO, 2003).

A INAA constitui técnica de alta qualidade metrológica com exatidão adequada a análises ambientais e alimentícias, favorecendo a comparabilidade de resultados (BACCHI; FERNANDES; OLIVEIRA, 2000; BODE; FERNANDES; GREENBERG, 2000), sendo considerada um método primário de medidas (CCQM, 2007).

1.3.9 Mercado de cafés especiais

O consumo de cafés especiais tem aumentado à medida que a sociedade vem questionando a sustentabilidade do modelo agrícola atual bem como demandando mais qualidade tangível dos cafés.

Cafés especiais são os cafés com alguma característica diferenciada. Pode-se considerar os cafés certificados (Orgânico, *Fair Trade*, *Rain Forest Alliance*, *Utz Certified*, *BSCA*, *Gourmets*, certificação de origem, etc) e outros cafés (denominação de origem, variedades específicas como Bourbon, cafés sombreados, etc) como cafés especiais. De acordo com Illy (2006), o consumo de café do tipo commodity cresce a taxas de 1,5% ao ano enquanto o de especiais a taxas de 12% ao ano. Os preços de cafés especiais no mercado nacional e

internacional são mais atraentes para os produtores, como consequência da qualidade do produto, da valorização de processos produtivos menos agressivos e da menor oferta (RICCI; NEVES, 2004; CUNHA, 2006).

Apesar de difícil acesso, os números mostram significativo crescimento na comercialização de cafés certificados e especiais. O volume importado pela Europa de cafés *Fair Trade* em 2003 foi de 310.000 sacas de 60 kg, 17% superior a 2002. Os Estados Unidos importaram 140.000 sacas de 60 kg de cafés *Fair Trade* em 2003, volume 92% superior ao de 2002 (VILLALOBOS, 2004). O crescimento na importação de cafés orgânicos pelos Estados Unidos é impressionante, sendo que em 2005 a quantidade importada foi de 320.000 sacas de 60 kg, um crescimento de 23,5% em relação a 2004 (VILLALOBOS; GIOVANNUCCI, 2006). Em 2006, 20% do volume de café importado pelos Estados Unidos foi de cafés especiais, o que representou 40% do valor total das importações de café pelo país, comprovando o valor superior do produto deste padrão (RICE, 2007). Importante considerar que aproximadamente 50% dos cafés *Fair Trade* são também certificados orgânicos.

Dentre os cafés especiais, o café orgânico é o que apresenta o maior apelo ecológico e ambiental havendo crescente mercado para cafés brasileiros orgânicos de alta qualidade. Há também um grande aumento no mercado de cafés solúveis orgânicos, o que potencializa o mercado e a produção orgânica de cafés Robusta/Conillon. Percebe-se também uma forte demanda por café orgânico brasileiro associado a uma certificação social (MOREIRA, 2008).

O destino dos cafés certificados é certamente o mercado internacional. Fontes do setor concordam que aproximadamente 95% desse café seja destinado à exportação. Apenas o café orgânico apresenta volume considerável no mercado interno (PEREIRA; BLISKA; ROCHA, 2006). Preços de cafés certificados no mercado internacional são superiores aos de cafés commodities. Após o período de grave crise no setor (2000-2004), quando a commodity encontrava-se com preços muito baixos, a cotação da bolsa de Nova Iorque alcançou melhores patamares situando-se entre US\$ 0,95/lb e US\$ 1,40/lb no período de outubro de 2004 a dezembro de 2008. Os prêmios para cafés orgânicos nacionais exportados mundialmente têm oscilado entre US\$ 0,30/lb a US\$ 1,0/lb, para cafés *Fair Trade* convencionais entre US\$ 0,30/lb a US\$ 0,40/lb, para cafés orgânicos e *Fair Trade* entre US\$ 0,40/lb e US\$ 1,0/lb, para cafés *Rain Forest Alliance* entre US\$ 0,10/lb a US\$ 0,40/lb e para cafés *Utz Kapeh* entre US\$ 0,05/lb e US\$ 0,15/lb. Estas variações possuem influência da qualidade dos grãos (bebida, defeitos,

tamanho de grãos, etc), país e região de origem, leis de oferta e procura bem como país de destino (VILLALOBOS, 2004; ACOB, 2008; KILIAN et al., 2006; VILLALOBOS; GIOVANNUCCI, 2006). Em períodos de baixas cotações da commodity, o café orgânico chegou a ser vendido com preços até 250% superiores, podendo-se afirmar que a produção de café orgânico é vantajosa economicamente principalmente nos períodos de crise da commodity (SCARAMUZZO, 2005). No caso do *Fair Trade*, tende a ocorrer o mesmo fato que com o orgânico, uma vez que o preço mínimo passa a atuar como piso chegando-se a ágios de até 200%. Não se sabe ainda como se comportarão os preços dos cafés *Rain Forest Alliance* e *Utz Kapeh* em períodos de crise, uma vez que estas certificações são mais recentes no Brasil. Contudo, é possível inferir que qualquer diferencial de preço ao produtor seja bastante significativo com baixos preços de café, podendo ser decisivo entre a permanência ou não no mercado.

1.3.10 Produtividade e preços ao produtor

A produtividade, o custo de produção e o preço de venda são importantes ferramentas para determinar a viabilidade econômica de um sistema produtivo (KILIAN et al., 2006).

O preço de venda irá determinar o lucro ou não da atividade. O preço de venda do café convencional é determinado pelo preço da commodity café arábica, cotado na bolsa de Nova York. Os preços de cafés especiais também são influenciados pela bolsa, mas com valores acima do preço de referência da commodity, desde que apresentem boa qualidade.

Em geral, a conversão da produção de commodity para a produção especial e/ou certificada é uma oportunidade reconhecida para a diferenciação do produto e, conseqüentemente, para atingir preços melhores. Porém, esta constatação é baseada em dados muito limitados, havendo apenas informações esporádicas de preços ao longo da cadeia de comercialização. Os preços do produto para o produtor são, geralmente, de difícil obtenção (KILIAN et al., 2006). Apesar do grande crescimento no mercado de cafés especiais, muito pouco se sabe sobre a produtividade e o lucro destes sistemas de produção (LYNGBAEK; MUSCHLER; SINCLAIR, 2001).

Comparando-se café convencional com orgânico na Costa Rica por três anos, concluiu-se que a produtividade orgânica foi 22% inferior e o custo de produção 4 % superior ao

convencional. Entretanto, o resultado líquido, considerando os preços de venda e o prêmio recebido pelo orgânico, colocam os dois sistemas em situação equivalente. Ambos os sistemas estudados eram sombreados, mas o sistema orgânico apresentava maior sombreamento, o que influenciou na redução do custo de produção com controle de espécies invasoras (LYNGBAEK; MUSCHLER; SINCLAIR, 2001).

Referências

AGNOCAFE. Disponível em: <http://www.agnocafe.com.br>. Acesso em: 12 out. 2006.

AL GORE. **Uma verdade inconveniente**: Um aviso global. Paramount Classics/Participant Productions, 2006. 1 DVD.

ALFASSI, Z.B. **Activation analysis**. Florida: CRC Press, 1990. v.1 172p.

ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 19-31, 1999.

ANBA - Agência de notícias Brasil-Árabe. **A década mágica do café**. Disponível em: <<http://www.anba.com.br/especial.php?id=334>>. Acesso em: 10 maio 2007.

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. **Agricultural technologies and tropical deforestation**. San Jose: CABI, 2000. 384p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://abic.com.br/estatistica>>. Acesso em: 18 dez. 2008a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_a2a_mlaudo_gac.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_a2c_mlaudo_ital.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008c.

ASSOCIAÇÃO DE CAFEICULTURA ORGÂNICA DO BRASIL – ACOB. Comunicação Pessoal por Cristiano Ottoni, Diretor Superintendente da Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil, out. 2008.

BACCHI, M.A.; FERNANDES, E.A.N.; OLIVEIRA, H. A. Brazilian experience on k_0 standardized neutron activation analysis. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Dordrecht, v. 245, p. 217-222, 2000.

- BACON, C. Confronting the coffee crisis: can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern Nicaragua? **World Development**, Amsterdam, v. 33, p. 497-511, 2005.
- BAGGIO, A.J.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; MONTOYA, L. Productivity of southern coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 37, p. 111-120, 1997.
- BARROS, G.S.C.; FACHINELLO, A.L.; SILVA, S.F. PIB AGRO MG: Pecuária garante crescimento do agronegócio em 2007. Piracicaba: CEPEA, 2008. 14p.
- BATAGLIA, C.P. Efeito da nutrição mineral sobre a qualidade dos grãos e da bebida do café. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C. (Ed). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p. 52-71.
- BEER, J. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 38, p. 139-164, 1998.
- BLAINE, M.F. **Soil microbial ecology: applications in agricultural and environmental management**. 2nd Ed. New York: Marcel Dekker Press, 1992. 646p.
- BODE, P.; FERNANDES, E.A.N.; GREENBERG, R.R. Metrology for chemical measurements and the position of INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Dordrecht, v. 245, n.1, p. 109-114, 2000.
- BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - BSCA. Disponível em: <<http://www.bsca.com.br/>>. Acesso em: 15 out. 2007.
- CAFEPOINT. **Cooparaiso: campeão de concurso consegue R\$ 1.001/sc**. Disponível em: <<http://www.cafepoint.com.br/?noticiaID=41153&actA=7&areaID=21&secaoID=232>>. Acesso em: 19 jan. 2008.
- CAMARGO, M.B.P. Influência do clima na produtividade de grãos e na qualidade da bebida do café. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p.2-26.
- CAMARGO, F.A.; SANTOS, G.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Genesis, 1999. 508p.
- CAMPANHA, M.M.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B.; MARTINEZ, H.E.P.; GARCIA, S.L.R.; FINGER, F.L. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 63, p. 75-82, 2004.

CARDOSO, I.M.; MEER, P.V.; OENEMA, O.; JANSSEN, B.H.; KUYPER, T.W. Analysis of phosphorus by ^{31}P NMR in Oxisols under agroforestry and conventional coffee systems in Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 112, p. 51-70, 2003.

CONSULTIVE COMMITTEE FOR AMOUNT OF SUBSTANCE – CCQM. Report of the 13th meeting, Bureau International des Poids et Mesures, Consultative Committee for Amount of Substance: metrology in chemistry, 2007. 8p.

CHRISTENSEN, B.T.; JOHNSTON, A.E. Soil organic matter and soil quality- lessons learned from long-term field experiments at Askov and Rothamsted. In: GREGORICH, E.G., CARTER, M.R. (Ed.). **Soil quality for crop production and ecosystem health: developments in soil science**, Amsterdam, v. 25, p. 399-430, 1997.

CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee Agronomy**. Barking: Elsevier, 1985a. 334p.

CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee Chemistry**. Barking: Elsevier, 1985b. 306p.

CÓDIGO COMUM PARA A COMUNIDADE CAFEIEIRA – CCCC. Disponível em: <http://www.4ccoffeeassociation.org/download/2008/4C_001_CodeDocument008_v1.1_pt.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2008.

COELHO, M.J.H. **Café do Brasil: o sabor amargo da crise**. Florianópolis: Oxfam, 2002. 58p.

COELHO, R.A.; SILVA, G.T.A.; RICCI, M.S.F.; RESENDE, A.S. Efeito de leguminosa arbórea na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*coffee canephora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, p. 21-27, 2006.

COFFEEHABITAT. Disponível em: <<http://www.coffeehabitat.com/environment/index.html>>. Acesso em: 25 mar. 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Safra Café**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/politica_agricola/SafraCafe/SafraCafe.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=382>. Acesso em 15 dez. 2008.

CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Análise agroeconômica do café cultivado organicamente ou café “orgânico”**. Londres: Junta Executiva, 1997. 19p.

COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA, C. **A agricultura alternativa no Estado de São Paulo**. 1. ed. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 63p.

COSTA FREITAS, A.M.; MOSCA, A.I. Coffee geographic origin – an aid to coffee differentiation. **Food Research International**, Amsterdam, v. 32, p. 565-573, 1999.

CRUZ, P. Margens sob pressão na safra 2008/09. **Valor Econômico**, São Paulo, 01 Ago. 2008. Agronegócios.

CUNHA, L.F. Lavoura gourmet. **Globo Rural**, Porto Alegre, v. 244, p. 54-58, 2006.

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

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484p.

DEANS, J.D.; DIAGNE, O.; LINDLEY, D.K.; DIONE, M.; PARKINSON, A.A. Nutrient and organic matter accumulation in Acacia senegal fallows over 18 years. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 124, p. 2-3, 1999.

DE SOETE, D.; GIJBELS, R.; HOSTE, J. **Neutron activation analysis**. London: Wiley, 1972. 836p.

DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. 244p.

FAVARIN, J.L.; VILELA, A.L.G.; MORAES, M.H.D.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; NETO, D.D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 187-192, 2004.

FERIA-MORALES, A.M. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**, Amsterdam, v. 13, p. 355-367, 2002.

FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do Cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 275-301.

FERNANDES, E.A.N.; TAGLIAFERRO, F.S.; BODE, P.; MOREIRA, C.F. Safety and nutritional challenges of sustainable organic coffee. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF NUTRITION**, 17., 2001. Vienna, **Proceedings...** Institute of Nutritional Sciences/IAEA. 2001. Aug. p.27-30.

FISHER, R.F. Amelioration of degraded rain Forest soils by plantations of native trees. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, p. 544-549, 1995.

FOLLET, R.F.; SCHIMEL, D.S. Effect of tillage practices on microbial biomass dynamics. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, p. 1091-1096, 1989.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **State of the World's Forests 2007**. Roma: FAO, 2007. 158p.

FRANÇA, A.S.; MENDONÇA, J.C.F.; OLIVEIRA, S.D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, p. 709-715, 2005.

FRANCO, L. Produção de café orgânico quintuplica. **Gazeta Mercantil**. São Paulo, 02 dez. 2003. Finanças & Mercados. p. B 10.

FREITAS, Z.M.T.S.; ARAÚJO, J.B.S.; WISNER, L.A.; HURTADO, S.C.; SILVA, R.F. Interferência do Ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*) na qualidade dos grãos de café, tamanho e tipo, da variedade Icatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002. Caxambu. **Resumos...** Caxambu: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 230.

GOBBI, J.A. Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 33, p. 267-281, 2000.

GOMEZ, G.C. Efeito do clima, variedades, tratos agronômicos e colheita na qualidade do café Colombiano. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O.; THOMAZIELLO, R.A.; FAZUOLI, L. C. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas: Editora IAC, 2007. p.27-49.

GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, E.C. **Culturas da fazenda brasileira**. São Paulo: Melhoramentos, 1964. 461p.

GREENBERG, R.R.; BODE, P.; LINDSTROM, R.M.; FERNANDES, E.A.N. “Instrumental neutron activation analysis for trace elements in solid materials,” **Consultive committee on the quality of materials (CCQM)**, Sèvres, April 4, 2000. 125p.

GROSSMAN, J.M. Exploring farmer knowledge of soil process in organic coffee systems of Chiapas, Mexico. **Geoderma**, Amsterdam, v. 111, p. 267-287, 2003.

HARADA, D.Y. Selo único ou biodiversidade na certificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., Piracicaba, 2001. **Resumos...** Piracicaba, 2001. p. 32

HARCOMBE, R. Soil nutrient loss as a factor in early tropical secondary succession. **Biotropica**, Chichester, v. 12, p. 8-15, 1980.

HASHIZUME, H.; MATIELLO, J.B.; BRANDÃO, J.E.. Comportamento de cafezal arborizado com bananeira na zona alta do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...** Campos do Jordão, 1980. p 165

HOSTE, J.; DE BEEK, J.O.; GIJBELS, R. **Instrumental and radiochemical activation analysis**. London: Butterworths, 1971. 148p.

HOWELL, G. SCAA Universal Cupping Form & How to use it. In: ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION “PEAK OF PERFECTION” – PRESENTATION HANDOUTS, 10., 1998. Denver. **Proceedings...** Denver April 17-21, 1998.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Statistics**. Disponível em: <<http://www.ico.org>>. Acesso em: 26 dez. 2008.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS – IFOAM. **The world of organic agriculture 2006 – statistics and future prospects**. Disponível em: <http://www.ifoam.org/statistic/statistics_studie.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2007.

ILLY, E. Universidade Illy do Café. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.unilly.com.br/site/noticias.exibir.do?idNoticia=167>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ - IBC. **Anuário Estatístico do Café 1964**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1964. 88p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ - IBC. **Anuário Estatístico do Café 1977**. Rio de Janeiro: Coordenadoria de Estudos da Economia Cafeeira, 1977. 435p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ – IBC. **Anuário Estatístico do Café 1989**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1989. 77p.

IRACAMBI. Disponível em: <http://www.iracambi.com/portuguese/pagina_principal.shtml>. Acesso em: 18 jun. 2007.

JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S. Características do café (*Coffea arabica* L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, p. 94-102, 2006.

JORDAN, C.F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. Chichester: John Wiley, 1985. 200p.

JUNIOR, C.D.C.; BORÉM, F.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; SILVA, F.M. Influência de diferentes sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1089-1096, 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KILIAN, B.; JONES, C.; PRATT, L.; VILLALOBOS, A. Is sustainable agriculture a viable strategy to improve farm income in Central America? A case study on coffee. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 59, p. 322-330, 2006.

KRIVAN, V.; BARTH, P.; MORALES, A.F. Multielement analysis of green coffee and its possible use for determination of origin. **Mikrochimica Acta**, Vienna, v. 110, p. 217-236, 1993.

- LERNOUD, A. P.; PIOVANO, M. Latin América: country reports. In: WILLE, H.; YUSEFI, M. (Ed.). **The world of organic agriculture – statistics and emerging trends**. Bonn: International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 2004. p. 132-147.
- LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H. **Biogeochemistry of a forested ecosystem**. New York: Springer-Verlag, 1995. 160p.
- LIN. B.B. Agroforestry management as an adaptative strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 144, p. 85-94, 2007.
- LOUREIRO, L.M.; LOTADE, J. Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 53, p. 129-138, 2005.
- LYNGBAEK, A.E.; MUSCHLER, R.G.; SINCLAIR, F.L. Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 53, p. 205-213, 2001.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL S^{obrinho}, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.
- MANCHA AGRESTI, P.D.C.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; AUGUSTI, R. Discrimination between defective and non-defective Brazilian coffee beans by their volatile profile. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 106, p. 787-796, 2008. Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/foodchem>>. Acesso em: 20 jan. 2008
- MARQUES, P.C. Utilização de palmáceas produtoras de palmito para sombreamento de café conilon no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café; MINASPLAN, 2000. v. 2, p. 1072-1073.
- MARTIN, M.J.; PABLOS, F.; GONZALES, A.G. Discrimination between *arabica* and *robusta* green coffee varieties according to their composition. **Talanta**, Amsterdam, v. 46, p. 1259-1264, 1998a.
- MARTIN, M.J.; PABLOS, F.; GONZALES, A.G. Characterization of green coffee varieties according to their metal component. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 358, p. 177-183, 1998b.
- MARTIN, M.J.; PABLOS, F.; GONZALES, A.G. Characterization of *arabica* and *robusta* roasted coffee varieties and mixture resolution according to their metal content. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 66, p. 365-370, 1999.
- MATIELLO. J.B.; FERNANDES, D.R. Observações sobre arborização de cafezais em regiões de Chapada, na Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: MAA/PROCAFÈ, 1989. p. 238-239.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387p.

MELO, J.T. de; GUIMARÃES, D.P. A cultura do café em sistemas consorciados na região do Cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000. Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: EMBRAPA Café; MINASPLAN, 2000. v. 2, p. 963-966.

MILLS, H.A.; JONES, J.B. **Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. MicroMacro Publishing, 1997. 422p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA.

Instrução Normativa N. 08, de 11 de Junho 2003. Disponível em:

<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1840>>. Acesso em: 20 dez. 2008.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC.

Estatísticas de Comércio Exterior. Disponível em:

<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1221571901.pdf>. Acesso em: 20. dez. 2008.

MIRANDA, G.M.; PEREIRA, R.C.A.; BERGO, C.L. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica*) em condições de sombreamento e a pleno sol no estado do Acre, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 62-69, 1999.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P.K.R.; Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Dordrecht v. 61, p. 281-295, 2004.

MOREIRA, C.F.; FERNANDES, E.A.N.; 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 **Anais...** São Paulo: 02 Estúdio Web / Metrologia & Instrumentação, 2003. 1 CD-ROM.

MOREIRA, C.F.; MANOEL, R.M.; SEGGES, J.H.; FERNANDES, E.A.N. Avaliação da qualidade do café orgânico produzido sob sombra frente a café orgânico produzido a pleno sol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002. Caxambu, 2002. **Resumos...** Caxambu, 2002. p. 303-304.

MOREIRA, C.F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 78p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MOREIRA, C.F.; DE NADAI FERNANDES, E.A.; VIAN, C.; TAGLIAFERRO, F.S.; TURRA, C. Overview, Potential and Limitations of the Coffee Certification in Brazil. In: INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRI-FOOD AND BIOENERGY CHAINS/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 6., 2007 Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2007. 1 CD-ROM.

MOREIRA, C.F. **Café Orgânico: Certificação, panorama da produção e mercado.** In: SIMPÓSIO DE CERTIFICAÇÃO DE CAFÉS SUSTENTÁVEIS, 1., 2008, Poços de Caldas. **Palestras....** Campinas: IAC, 2008.

MURAOKA, T.; AMBROSANO, E.J.; ZAPATA, F.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; TRIVELIN, P.C.O.; BOARETTO, A.E.; SCIVITTARO, W.B. Eficiencia de abonos verdes (cotalaria y mucuna) y urea, aplicados solos o juntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz. **Terra Latinoamericana**, Chapingo, v. 20, p. 17-23, 2002.

MUSCHLER, R.G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 85, p. 131-139, 2001.

MUSCHLER, R.G.; BONNEMANN, A. Potentials and limitations of agroforestry for changing land-use in the tropics: experiences from Central America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, p. 61-73, 1997.

OLIVEIRA, E. **Ministro diz que impedirá cartelização de adubos.** Disponível em: <http://www.sulnews.com.br/ler.asp?id_noticia=10670>. Acesso em 4 ago. 2008.

PEETERS, L.Y.K.; SOTO-PINTO, L.; PERALES, H.; MONTOYA, G.; ISHIKI, M. Coffee production, timber and firewood in traditional and *Inga*-shaded plantations in Southern Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 95, p. 481-493, 2003.

PEREIRA, S.P.; BLISKA, F.M.M.; ROCHA, A.B.O. Situação atual da certificação de café no Brasil. Café Point. **Certificação e Qualidade.** Disponível em <<http://www.cafepoint.com.br/?actA=7&areaID=32&secaoID=88>, 2006>. Acesso em: 15 jan. 2007.

PEREIRA, R.G.F.A. **Qualidade do café.** Lavras: Universidade Federal de Lavras. jun., 1999. 19p. (Informativo Técnico, 1)

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; HANSON, P.; CARTIN, V. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. **Bioscience**, Washington, v. 46, n.8, p. 598-608, 1996.

PRITCHETT, W.L.; FISHER, R.F. **Properties and management of forest soils.** Chichester: John Wiley, 1985. 512p.

RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B. MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro.** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-85.

RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro.** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. 447p.

RICE, P. Oportunidades de mercado para cafés sustentáveis nos E.U.A.: o caso dos orgânicos e dos Fair Trade. In: SALVA, T.J.G. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas: Editora IAC, 2007. p. 471-482.

RICCI, M.S.F, NEVES, M.C.P. **Cultivo do café orgânico**. Seropédica-RJ: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. 95p

RICCI, M.S.F; MANOEL, R.M; SEGGES, J.H; OLIVEIRA, F.F; MIRANDA, S.C; Influência da arborização no crescimento, estado nutricional, produtividade e qualidade de bebida de café conilon (*Coffea canephora*) sob manejo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002. Caxambu. **Resumos...** Caxambu, 2002. p. 300.

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

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470p.

RIGHI, C.A. **Caracterização ecofisiológica do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sistema agroflorestal e em monocultivo**. 2005. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

RODRIGUES, V.G.S. Arborização em lavouras de café – experiências de agricultores em Rondônia-Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. Vitória-ES. **Anais Eletrônicos...** Vitória: ES, 2001. 1 CD ROM..

ROMERO, J.P.; ROMERO, J.C.P. **Cafeicultura prática: cronologia das publicações e dos fatos relevantes**. São Paulo: Ceres, 1997. 400p.

RUFINO, J.L. Por um planejamento estratégico para o café. **Revista SEBRAE**, Brasília, n.9, p.86-95, 2003.

SAES, M.S.M.; SOUZA, M.C.M.; OTANI, M.N. **Actions to promote sustainable development: the case of Baturité shaded coffee, state of Ceará, Brazil**. 2001. Disponível em: <www.fao.org/regional/lamerica/prior/desrural/alianzas/pdf/norico.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2004.

SALGADO, BG. **Caracterização de sistemas agroflorestais com cafeeiro em Lavras – MG**. 2004. 115 p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; SZOTT, L.T., CUEVAS, E. And LAL, R. Organic input management in tropical agroecosystems. In: COLEMAN, D.C., OADES, J.M.;UEHARA, G. (Ed). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: University of Hawaii Press, 1989. 249p.

SANTANA, L.A.R.; FARÁ, F.T. Produção de café – Impacto ambiental. In: ZAMBOLIN, L. **Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: Editora UFV, 2000. p. 381- 397.

SANTINATO, R.; AGUIAR, S.; FERNANDES, A.L.T.; ALVARENGA, M.; FIGUEIREDO, E.M.FIGUEIREDO, E.M. Estudo da arborização com Grevílea na cafeicultura do oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28., 2002, Caxambu, **Resumos...** Caxambu: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 115.

SCARAMUZZO, M. Alta do preço do café convencional afeta o avanço do orgânico. **Valor Econômico**, São Paulo, 01 Ago. 2005. Agronegócios.

SCARAMUZZO, M. Exportação de café deve render US\$ 3 bi. **Valor Econômico**, São Paulo, 3 Jan. 2006. Agronegócios.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX. **Balança comercial brasileira – Novembro/2002**. Brasília: Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo. Brasil, 2002.

SILVA, A.F.; MINIM, V.P.R.; RIBEIRO, M.M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de Café (*coffea arabica L.*) orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1224-1230, 2005.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Qualidade de grãos de café beneficiados em resposta à adubação potássica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 173-179, 2002.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G.; CHAGAS, S.J.D.R.; COSTA, L. Fontes e Doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 335-345, 1999.

SILVA, E.C.S.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. C.; TRIVELIN, P.C.O. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 723-732, 2006.

SILVEIRA, A.M.; VICTORIA, R.L.; BALLESTER, M.V.; CAMARGO, B.D.C.; MARTINELLI, L.A.; PICCOLO, M.D.C. Simulação dos efeitos das mudanças do uso da terra na dinâmica de carbono no solo na bacia do rio Piracicaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 389-399, 2000.

SOS MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>>. Acesso em: 15 set. 2007.

SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; HERNANDEZ, J.C.; NIETO, J.C. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 80, p. 61-69, 2000.

SOUZA, M.C.M; SAES, M.S.M; DOLNOKOFF, F. Organization of the organic coffee industry in the “Sul de Minas” region, Brazil. In: INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAIN / NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 5., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...Ribeirão Preto, 2005**. 1 CD-ROM.

SRIVASTAVA, S.C.; SINGH, J.S. Effect of cultivation on microbial carbon and nitrogen in dry tropical forest soil. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 8, p. 343-48, 1989.

TAGLIAFERRO, F.S. **Metrologia em química**: estudo da qualidade de cafés brasileiros. 2003. 134p. Dissertação (Doutorado na área de Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TEIXEIRA, A.A. Qualidade de Café. **Informativo Garcafé**, Garça, jun. 1998. 12p.

TERRAMISTICA. **Entenda o Protocolo de Kyoto**. Disponível em: <<http://www.terramistica.com.br/index.php?add=Artigos&file=article&sid=342>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

THEODORO, V.C.A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 214p. Dissertação (Mestrado na área de Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

THEODORO, V.C.A.; CARVALHO, J.G.; CORRÊA, J.B.; GUIMARÃES, R.J. Levantamento da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros orgânicos no estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002. Caxambu. **Resumos...** Caxambu, 2002. p. 231-234.

TORNQUIST, C.G.; HONS, F.M.; FEAGLEY, S.E.; HAGGAR, J. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 73, p. 19-28, 1999.

UZEDA, M.C. **O Desafio da agricultura sustentável** – alternativas viáveis para o Sul da Bahia. Ilhéus-BA: Editus, 2004. 130p.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.J.; GUYOT, B.; GÉNARD, 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**, London, v. 86, p. 197-204, 2006.

VILLALOBOS, A. **Sustainable coffee, the market in Europe and in USA**. Sustainable Markets Intelligence Center (CIMS). Market Profile, Alajuela, Costa Rica, 2004.

VILLALOBOS, A.; GIOVANNUCCI, D. Acelerado crecimiento del café orgânico em EE.UU. **+Kfe Revista del Café Diferenciado**, Alajuela, v. 3, p. 9, 2006.

WANDER, M.M.; DRINKWATER, L.E. Fostering soil stewardship through soil quality assessment. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, p. 61-73, 2000.

WILLE, H; YUSEFI, M. **The world of organic agriculture** – statistics and emerging trends, IFOAM, Bonn, 2004. 147p.

WILSON, E.O. A situação atual da biodiversidade. In WILSON, E.O. **Biodiversidade**. São Paulo: Nova Fronteira. 1997. p.3-24.

ZYLBERSTAJN, D.; FARINA, E.M.M.Q.; SAES, M.S.M.; SOUZA, M.C.M. **Diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e qualidade superior do estado de Minas Gerais** –São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP, 2001. 152p. (Relatório final)

2 INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NA PRODUTIVIDADE DE SISTEMAS DE CAFÉ ARÁBICA ORGÂNICO E CONVENCIONAL

Resumo

Nunca antes foi tão grande a preocupação da sociedade com o meio ambiente, resultando em uma crescente demanda mundial por produtos sustentáveis. Por propiciar maior biodiversidade, a cafeicultura sombreada é ambientalmente mais sustentável que a cafeicultura a pleno sol. A maioria dos países produtores de café cultiva esta espécie de forma sombreada, enquanto o Brasil, líder na produção e exportação mundial de café, constitui-se a maior exceção. Poucas são as pesquisas existentes no Brasil estudando a relação sombreamento versus produtividade de café e é grande a controvérsia entre benefícios ou prejuízos causados por esta prática. A hipótese é que o sombreamento do cafeeiro com uma espécie caducifólia no período de dias curtos, secos e frios, não reduz a produtividade em relação ao cafeeiro a pleno sol nesta região do país, devido a entrada de sol nesta fase crítica. O objetivo do trabalho foi estudar a influência do sombreamento proporcionado pela espécie leguminosa nativa, *Platycyamus regnellii*, sobre a produtividade de sistemas de café arábica, orgânico e convencional, no município de Machado, sul de Minas Gerais. Os experimentos foram instalados em fazendas com distintos sistemas de produção, orgânico e convencional, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m e idade de 17 anos. Parcelas dos tratamentos sombreado e a pleno sol foram implantadas em cada sistema, sendo o sombreamento proporcionado por indivíduos arbóreos adultos, de 10 m a 15 m de altura, da espécie leguminosa *Platycyamus regnellii*, localmente chamada “Pau Pereira”. Avaliou-se a produtividade de café das safras 2006 e 2007 e a entrada de luz em 5 períodos distintos do ano. Não houve diferença significativa entre as produtividades dos tratamentos sombreados e a pleno sol, confirmando a hipótese do trabalho.

Palavras-chave: Café sombreado; Produtividade; Sustentabilidade; Minas Gerais; Café arábica

2 SHADE INFLUENCE ON PRODUCTIVITY OF ORGANIC AND CONVENTIONAL ARABICA COFFEE SYSTEMS

Abstract

Never before the concern of the society with the environment was so high, leading to a growing demand for sustainable products. Shaded coffee is environmentally more sustainable than full sun coffee, once it promotes higher biodiversity. Most of the producing countries cultivate coffee in shaded systems, being Brazil the largest exception. Researches studying the relation between shading and coffee productivity are scarce in Brazil and there is huge controversy among benefits and losses caused by shading. The hypothesis is that coffee shading with a tree that loses its leaves in the period of short, dry and cold days, do not result in decrease of coffee productivity in comparison to full sun coffee for this region of Brazil due to the light entrance in this critical period. The aim of this work was to study the shading influence, by the native leguminous specie, *Platycyamus regnellii*, on the productivity of organic and conventional arabica coffee systems, in the municipality of Machado, south of Minas Gerais state. Experiments were established in farms from distinct systems, organic and conventional, in arabica coffee

plantations, Catuaí Amarelo variety, spacing of 3,5 m x 1,5 m and 17 years of age. Plots from the shaded and full sun treatments were established for each system and shading was provided by adult trees, 10 m to 15 m of height, from the native leguminous species *Platycyamus regnellii*, locally known as “Pau-Pereira”. Coffee productivity from 2006 and 2007 harvests were evaluated as well as the light entrance in 5 periods of the year. There was no statistical difference regarding productivity of the shaded and full sun treatments, confirming the hypothesis of the work.

Keywords: Shaded coffee; Productivity; Sustainability; Minas Gerais; Arabica coffee

2.1 Introdução

A discussão sobre café sombreado *versus* café a pleno sol vem se desenvolvendo há mais de um século (MUSCHLER, 2001) e, até hoje, as informações disponíveis ainda são controversas, principalmente no que se refere a produtividade (JARAMILLO-BOTERO et al., 2006; RIGHI, 2005). A condução de estudos em propriedades cafeeiras para determinar a relação entre sombra e produção de café é reconhecida como uma prioridade por especialistas (BEER, 1998; MUSCHLER; BONNEMANN, 1997; SOTO-PINTO et al., 2000). Alguns estudos indicam que o sombreamento resulta em produtividades menores de café (CAMPANHA et al., 2004; MATIELLO et al., 2002; MIRANDA; PEREIRA; BERGO, 1999; SANTINATO et al., 2002) enquanto outros indicam ganho de produtividade (BAGGIO et al., 1997; FERNANDES, 1986; FREITAS et al., 2002; HASHIZUME; MATIELLO; BRANDÃO, 1980; MARQUES, 2000; MATIELLO; FERNANDES, 1989; RICCI et al., 2002).

Em tempos de aquecimento global e secas severas, o sombreamento é uma alternativa barata para a melhoria das condições hídricas e térmicas nos plantios de café. Minimizando o estresse hídrico e as temperaturas extremas, o sombreamento pode resultar em aumento de produtividade e, para algumas regiões, ser a única opção de plantio de café (LIN, 2007).

O estudo da produtividade do cafeeiro frente ao sombreamento deve considerar, primeiramente, a distinção entre a cafeicultura equatorial, de baixas latitudes (América Central, norte da América do Sul e região central da África), e a cafeicultura próxima aos trópicos, de médias latitudes (centro-sul do Brasil e norte da África). Nas regiões de latitudes baixas, o clima é mais uniforme durante o ano, com alta umidade, fotoperíodo constante e menor variação de temperatura, enquanto nas médias latitudes, temperatura, umidade e fotoperíodo variam muito ao longo do ano, com final de outono e inverno com dias secos, frios e curtos. Conseqüentemente, as

floradas são distintas nestas duas regiões, ocorrendo 3 a 4 floradas de intensidades decrescentes entre agosto e novembro no centro-sul do Brasil e até 20 floradas distribuídas durante o ano nas regiões equatoriais (CAMARGO, 2007; MOREIRA, 2004). Portanto, devido à escassez de luminosidade, umidade e energia no período de dias curtos, é esperado que um sombreamento intenso o ano todo venha a atrapalhar a indução floral na cafeicultura próxima aos trópicos, enquanto na cafeicultura equatorial, este efeito não deve ocorrer, por existir luz, umidade e energia suficientes que propiciam as diversas floradas do cafeeiro cultivado nestas regiões. Assim espera-se, que para as regiões próximas aos trópicos, seja indicado o uso de espécies arbóreas caducifólias no período de dias curtos, secos e frios, permitindo a entrada de luminosidade neste período crítico (MOREIRA, 2008).

A produção de café orgânico é considerada sustentável, uma vez que adota tecnologias ecológicas que mantêm ou melhoram a qualidade do solo e do meio ambiente. As técnicas de produção são baseadas na utilização de material orgânico de origem vegetal ou animal ao invés de fertilizantes químicos solúveis e agroquímicos (GROSSMAN, 2003; LOUREIRO; LOTADE, 2005). Busca-se atualmente na cafeicultura orgânica nacional, a redução no custo de produção, seja pelo aumento da produtividade ou não, associado ao aumento da qualidade nos grãos e a maior biodiversidade nos cultivos (ACOB, 2007).

Já a cafeicultura convencional utiliza grandes quantidades de insumos sintéticos, como adubos químicos e agrotóxicos. Estes insumos podem causar contaminações no homem e meio ambiente, além de demandarem muito combustível fóssil em seu processo produtivo, sendo considerados de baixa sustentabilidade socioambiental. É necessário encontrar meios para redução do uso de insumos associado à manutenção de boa produtividade e ao aumento da biodiversidade, visando maior sustentabilidade dos sistemas convencionais.

A utilização de árvores leguminosas nativas nas lavouras nacionais de café, orgânicas e convencionais, pode contribuir muito com as demandas do setor, sendo necessário estudar quais tipos de árvores e quais os manejos mais adequados (RIGHI, 2005).

Objetiva-se com este trabalho estudar a influência do sombreamento, com a espécie leguminosa nativa *Platycyamus regnellii*, sobre a produtividade dos sistemas de café orgânico e convencional.

A hipótese é que o sombreamento do cafeeiro com uma espécie caducifólia no período de dias curtos, secos e frios, não reduz a produtividade em relação ao cafeeiro a pleno sol nesta

região do país, pois há entrada de sol nesta fase crítica, tanto no sistema orgânico quanto no convencional de produção de café arábica.

2.2 Material e métodos

O experimento foi instalado no município de Machado, sul de Minas Gerais, maior região produtora de café do Brasil, em duas fazendas próximas que distam 6 km entre si. As parcelas do sistema orgânico (tratamento sombreado e a pleno sol) localizam-se a 1.140 m de altitude, latitude 21°42`S, longitude 46°5`W, em tradicional fazenda de café orgânico, certificada desde 1991 pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD). As parcelas do sistema convencional (tratamento sombreado e a pleno sol) localizam-se a 1.020 m de altitude, latitude 21°39`S, longitude 46°3`W, em tradicional fazenda de café. O clima é mesotérmico brando, com inverno bastante seco (IBGE, 2001), com médias anuais para precipitação de 1.590 mm e temperatura de 19,6 °C (EMBRAPA, 2008). O bioma é Mata Atlântica subdivisão florestas tropicais semidecíduais, predominando espécies arbóreas que perdem suas folhas no período frio e seco. O solo é um argissolo eutrófico e o relevo movimentado.

O experimento foi implantado em março de 2006, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m (1.900 plantas/ha) e idade de 17 anos. O sombreamento das parcelas orgânicas e convencionais é proporcionado por indivíduos arbóreos adultos, de 10 m a 15 m de altura, da espécie leguminosa *Platycyamus regnellii* comumente chamada Pau Pereira. Esta árvore ocorre em diversas regiões cafeeiras e frequentemente é observada junto a cafezais. É uma espécie típica de florestas tropicais semidecíduais de altitude, perdendo totalmente suas folhas no período de dias curtos, secos e frios (outono/inverno na região sudeste do Brasil). Sua madeira é de alto valor, considerada uma “madeira de lei” (LORENZI, 1998).

As parcelas orgânicas foram adubadas com 10 t/ha de composto orgânico comercial certificado pelo IBD (equivalente a 200 kg de N, 200 kg de P₂O₅, 200 kg de K₂O e 600 kg de Ca) em outubro de 2005 e com 10 t/ha de palha de café em novembro de 2006 (equivalente a 80 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 250 kg de K₂O e 40 kg de Ca). As adubações das parcelas convencionais foram parceladas em três aplicações (outubro, janeiro e março) de 475 kg NPK/ha cada

(equivalente a um total de 285 kg N, 72 kg P₂O₅ e 285 kg de K₂O) nos anos de 2005 e 2006. As parcelas convencionais também receberam 1ton/ha de calcáreo dolomítico em setembro de 2005.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, uma vez que o ambiente é heterogêneo (declivoso). O experimento constituiu-se de 2 tratamentos, sombreado e a pleno sol, em 2 sistemas de produção, orgânico e convencional, chegando-se a 4 modelos distintos: (a) orgânico sombreado, (b) orgânico a pleno sol, (c) convencional sombreado e (d) convencional a pleno sol.

Em cada sistema, selecionaram-se três blocos para a implantação dos dois tratamentos (sombreado e a pleno sol). Em cada bloco foram determinadas 4 repetições (4 parcelas/bloco) sendo cada parcela composta de 3 plantas de café. Assim, cada tratamento foi composto de 12 parcelas (3 blocos x 4 repetições/bloco) que resultaram em 36 plantas amostradas por tratamento (12 parcelas x 3 plantas/parcela). As parcelas de café sombreado localizam-se embaixo da copa das árvores enquanto as parcelas a pleno sol estão localizadas a mais de 30 metros da copa das árvores.

Visando distinguir os tratamentos sombreados dos a pleno sol bem como monitorar a variação da luminosidade nas parcelas durante o ano, quantificou-se a entrada de luz nas parcelas nos meses de setembro e novembro de 2007 e de março, maio e julho de 2008 através do uso do luxímetro digital (Tracom[®], Modelo LD – 240). Para a medição, o sensor do aparelho foi colocado a 1,5 m de altura, em nível, para todas as parcelas, no horário mais próximo possível das 12:00, sendo o sistema orgânico avaliado no dia 20 dos meses citados e o convencional no dia seguinte, considerando sempre condições de ausência de nuvens e chuvas.

A primeira safra de café foi coletada no mês de agosto de 2006 e a segunda no mês de julho de 2007. Os frutos de café de cada parcela foram colhidos manualmente e a produtividade, em litros de café colhido/parcela, foi determinada no mesmo dia da colheita. A produtividade em sacas de café beneficiadas de 60 kg/ha foi obtida pela conversão da produção em litros/parcela de acordo com cálculos a seguir:

Cálculo da produção em litros de café colhido por hectare:

$$a = b * c \quad \text{eq. 1}$$

Cálculo da produção por hectare em sacas de 60 kg de café beneficiado:

$$d = a / e \quad \text{eq. 2}$$

sendo que:

a = produção por hectare em litros de grãos de café quando colhido

b = volume em litros de grãos de café por parcela quando colhido

c = quantidade de parcelas por hectare (1900 plantas/ha, sendo 3 plantas por parcela = 633 parcelas/ha)

d = produção por hectare em sacas de 60 kg de café beneficiado

e = volume estimado em litros de grãos de café colhido que resultará em uma saca beneficiada de 60 kg; valor de e = 480

Os dados de produção foram analisados estatisticamente por meio do programa SAS (SAS, 1996). Os testes univariados compreenderam a realização da análise da variância, aplicada para testar a hipótese de igualdade, entre as amostras provenientes dos diferentes tratamentos. Foi aplicado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre médias, em nível de 95% de confiança. No presente trabalho, o objetivo foi avaliar a influência do sombreamento sobre cada sistema de produção, orgânico e convencional. Portanto, as comparações de médias foram realizadas entre os tratamentos sombreado e a pleno sol, em cada sistema, orgânico e convencional.

2.3 Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a variação da luminosidade nos tratamentos estudados durante o ano. Tanto no sistema orgânico, quanto no convencional, as espécies arbóreas apresentaram o mesmo comportamento, perdendo suas folhas a partir de abril, ficando desprovidas durante os meses de maio, junho, julho e agosto, iniciando a brotação em meados de setembro e permanecendo totalmente vestidas de outubro a abril. No período de novembro a março, os tratamentos sombreados receberam, em média, 39% da luz que os tratamentos a pleno sol, enquanto no período de maio a julho os tratamentos sombreados receberam 91% da luz que os tratamentos a pleno sol. A Figura 1 mostra este comportamento e as Figuras 2 e 3 ilustram bloco do sistema orgânico nos meses de março e julho de 2008, respectivamente.

Tabela 1 - Médias e desvios padrão (DP) da radiação luminosa (lumens/m²) nos tratamentos estudados

Tratamentos		Setembro 2007	Novembro 2007	Março 2008	Maió 2008	Julho 2008
Sombra orgânico	Média	3130	2230	2240	3890	4050
	DP	270	236	162	142	188
Pleno sol orgânico	Média	5410	5940	5470	4240	4230
	DP	69	111	76	133	140
Sombra convencional	Média	3140	2160	2170	3890	4060
	DP	325	258	172	225	188
Pleno sol convencional	Média	5320	5770	5470	4400	4440
	DP	118	80	78	83	115

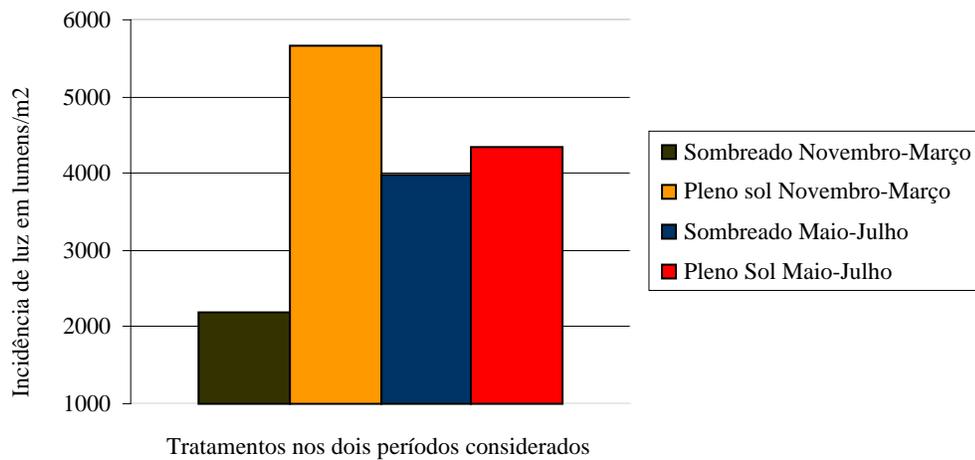


Figura 1 - Médias de luz incidente (lumens/m²) nos tratamentos sombreado e a pleno sol, nos dos sistemas orgânico e convencional, nos períodos de novembro a março e maio a julho



Figura 2 - Vista parcial das parcelas do tratamento sombreado do Sistema orgânico no mês de março de 2007, período em que as árvores encontravam-se totalmente “vestidas”



Figura 3 - Vista parcial das parcelas do tratamento sombreado do sistema orgânico no mês de julho de 2007, período em que as árvores encontravam-se “despidas”

Os resultados de produtividade das safras 2006 e 2007, bem como a média bianual destas safras, não apresentam diferença estatística para os tratamentos estudados (sombreado e a pleno sol), em cada sistema (orgânico e convencional), de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados de média e desvio padrão (DP) para produção de café (sacas de 60 kg/ha; n = 12)

Tratamentos		Safra 2006	Safra 2007	Média bianual
Sombreado orgânico	Média	56,2a	10,6a	33,4a
	DP	19,7	7,1	8,9
Pleno sol orgânico	Média	48,0a	7,9a	27,9a
	DP	13,2	3,8	7,1
Sombreado convencional	Média	53,6a	4,8a	29,2a
	DP	17,1	3,7	7,8
Pleno sol convencional	Média	54,9a	6,7a	30,8a
	DP	14,4	5,0	6,9

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiança

Resultados de produção também similares, para cultivos a pleno sol e sombreados, foram encontrados por Melo e Guimarães (2000), Moreira (2004) e Salgado (2004), enquanto Baggio et al. (1997), Fernandes (1986), Freitas et al. (2002), Hashizume, Matiello e Brandão (1980), Marques (2000), Matiello e Fernandes (1989) e Ricci et al. (2002) obtiveram produtividades superiores para os cultivos sombreados. Em estudo no sul de Minas Gerais, com café arábica, Freitas et al. (2002) concluíram que, aproximando-se da projeção da copa do ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*), houve um aumento na produção do café. Experimento de Ricci et al. (2002) com sombreamento de café conilon no Estado do Rio de Janeiro, utilizando as espécies leguminosas *Gliricidia sepium* e *Erythrina variegata*, resultou em maior produtividade dos tratamentos sombreados comparativamente ao a pleno sol. Fernandes (1986) relata experimento do antigo Instituto Brasileiro do Café (IBC) na serra do Baturité, Ceará, onde o café arábica sombreado com bananeiras obteve produtividade 50% superior ao café a pleno sol. Hashizume, Matiello e Brandão (1980) avaliaram o sombreamento de café arábica no Estado do Espírito Santo com bananeiras, obtendo maior produtividade nas parcelas sombreadas.

Os resultados de produtividade obtidos no presente experimento são superiores à produção média nacional em 2006, de 19,75 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare e inferiores à média nacional em 2007, de 14,46 sacas. Levando-se em consideração a média bianual brasileira do período, de 17,1 sacas por hectare, os resultados de produtividade do experimento são considerados acima da média (CONAB, 2008). Resultados demonstram que, neste caso, a produtividade do cafeeiro não foi prejudicada pelo sombreamento, ao contrário do encontrado por alguns autores (CAMPANHA et al., 2004; MATIELLO et al., 2002; MIRANDA; PEREIRA; BERGO, 1999; SANTINATO et al., 2002). Matiello et al (2002) e Santinato et al. (2002) utilizaram para o sombreamento do café arábica a espécie florestal *Grevillea robusta*, respectivamente, no sul de Minas Gerais e no oeste da Bahia, e em ambos os casos houve redução na produção do cafeeiro sombreado.

Entretanto, deve-se considerar que a *Grevillea robusta* é uma espécie arbórea perenifólia (não perde suas folhas), enquanto *Tabebuia serratifolia*, (FREITAS et al., 2002), *Gliricidia sepium* (RICCI et al., 2002) e *Platycyamus regnelii* (utilizado neste experimento) são espécies caducifólias que perdem as folhas no período de seca e frio. Campanha et al. (2004), no sudeste de Minas Gerais, também utilizaram diversas espécies de árvores perenifólias, sem adotar poda, e concluíram que a baixa entrada de luminosidade no sistema foi, talvez, o principal motivo da queda de produtividade. Evidências práticas (observações de campo por agricultores) indicam que o cafeeiro localizado na região sudeste do Brasil, com dias curtos, frios e secos no final do outono/inverno, precisa de sol neste período crítico, para que tenha uma indução floral e, conseqüentemente, floradas intensas e boa produtividade.

Outros trabalhos estudaram produtividade em relação ao nível de sombreamento (ROMERO-ALVARADO et al., 2002; CARELLI; FALL; ALFONSI, 2002; FALL; CARELLI, 2004; FREITAS, 2000; LUNZ, 2006; SOTO-PINTO et al., 2000) visando identificar qual a porcentagem ideal de sombreamento para se obter uma boa produtividade. No presente trabalho, o objetivo não foi estudar o nível de sombreamento, mas sim, um sombreamento propiciado por uma espécie caducifólia, que apresenta sombra intensa de setembro/outubro a abril/maio e que permita a entrada de sol no período de dias curtos, maio a início de setembro, conforme pode-se verificar na Tabela 1 e Figuras 1, 2 e 3.

2.4 Conclusões

Permitindo, em média, a entrada de 39% de luz no período de novembro a março e de 91% no período de maio a julho, a utilização da espécie arbórea *Platycyamus regnellii* em cafezais do sul de Minas Gerais não comprometeu a produtividade das lavouras sombreadas orgânicas e convencionais. Portanto, seu uso deve ser estimulado, pois pode oferecer diversos benefícios ambientais como o aumento da biodiversidade e melhoria das condições hídricas e térmicas locais sem reduzir a produtividade do cafeeiro.

A hipótese de que o sombreamento do cafeeiro com uma espécie caducifólia no período de dias curtos, secos e frios, não reduz a produtividade em relação ao cafeeiro a pleno sol, devido a entrada de sol nesta fase crítica, tanto no sistema orgânico quanto no convencional de produção de café arábica, é verdadeira para as condições experimentais do presente trabalho.

Referências

ASSOCIAÇÃO DE CAFEICULTURA ORGÂNICA DO BRASIL – ACOB. Disponível em: <<http://acob.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

BAGGIO, A.J.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; MONTOYA, L. Productivity of southern coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 37, p. 111-120, 1997.

BEER, J. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 38, p. 139-164, 1998.

CAMARGO, M.B.P. Influência do clima na produtividade de grãos e na qualidade da bebida do café. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O; THOMAZIELLO, R.A; FAZUOLI, L.C. (Ed.). Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p. 2-26.

CAMPANHA, M.M.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B.; MARTINEZ, H.E.P.; GARCIA, S.L.R.; FINGER, F.L. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 63, p. 75-82, 2004.

CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I.; ALFONSI, E.L. Efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e produtividade do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. v. 2, p. 16.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Safra café.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/politica_agricola/SafraCafe/SafraCafe.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Banco de dados climatológicos do Brasil.** Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2008.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Sombreamento na fisiologia e produtividade do cafeeiro. News Cafeicultura, Patrocínio, 3 set. 2004. Disponível em <<http://www.newscafeicultura.com.br/noticias.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2006.

FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 275-301.

FREITAS, R.B. **Avaliações ecofisiológicas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) e seringueira (*Hevea brasiliensis* Mull Arg.) em diferentes sistemas de cultivo.** 2000. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FREITAS, Z.M.T.S.; ARAÚJO, J.B.S.; WISNER, L.A.; HURTADO, S.C.; SILVA, R.F. Interferência do Ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*) na qualidade dos grãos de café, tamanho e tipo, da variedade Icatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2008. Caxambu. **Resumos...** Caxambu: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.230.

GOMEZ, G.C. Efeito do clima, variedades, tratos agronômicos e colheita na qualidade do café colombiano. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O; THOMAZIELLO, R.A; FAZUOLI, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais.** Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p. 27-49.

GROSSMAN, J.M. Exploring farmer knowledge of soil process in organic coffee systems of Chiapas, Mexico. **Geoderma**, Amsterdam, v. 111, p. 267-287, 2003.

HASHIZUME, H.; MATIELLO, J.B.; BRANDÃO, J.E. Comportamento de cafezal arborizado com bananeira na zona alta do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980. Campos do Jordão. **Resumos...** Campos do Jordão, 1980 p. 165.

ILLY, E. Universidade Illy do Café. **Notícias.** Disponível em: <<http://www.unilly.com.br/site/noticias.exibir.do?idNoticia=167>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

INSTITUTO BIODINÂMICO DE DESENVOLVIMENTO RURAL - IBD. Disponível em: <<http://www.ibd.com.br, 2007>>. Acesso em: 6 mar. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de climas do Brasil.** Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2001. Mapa de climas. Escala: 1:5.000.000.

JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S. Características do café (*Coffea arabica* L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, p. 94-102, 2006.

LIN, B.B. Agroforestry management as an adaptative strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 144, p. 85-94, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998. 222p.

LOUREIRO, L.M.; LOTADE, J. Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 53, p. 129-138, 2005.

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

MARQUES, P.C. Utilização de palmáceas produtoras de palmito para sombreamento de café conilon no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 2, 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café; MINASPLAN, 2000. v. 2, p. 1072-1073.

MATIELLO, J.B.; FERNANDES, D.R. Observações sobre arborização de cafezais em regiões de Chapada, na Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: MAA/PROCAFÊ, 1989. p. 238-239.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÊ, 2002. 387p.

MELO, J.T. de; GUIMARÃES, D.P. A cultura do café em sistemas consorciados na região do Cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café; MINASPLAN, 2000. v. 2, p. 963-966.

MIRANDA, G.M.; PEREIRA, R.C.A.; BERGO, C.L. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica*) em condições de sombreamento e a pleno sol no estado do Acre, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 62-69, 1999.

MOREIRA, C.F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 78p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MOREIRA, C.F. **Café Orgânico**: Certificação, panorama da produção e mercado. In: SIMPÓSIO DE CERTIFICAÇÃO DE CAFÉS SUSTENTÁVEIS, 1., 2008, Poços de Caldas. **Palestras....** Campinas: IAC, 2008.

- MUSCHLER, R.G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 85, p. 131-139, 2001.
- MUSCHLER, R.G.; BONNEMANN, A. Potentials and limitations of agroforestry for changing land-use in the tropics: experiences from Central America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, p. 61-73, 1997.
- RICCI, M.S.F; MANOEL, R.M; SEGGES, J.H; OLIVEIRA, F.F; MIRANDA, S.C. Influência da arborização no crescimento, estado nutricional, produtividade e qualidade de bebida de café conilon (*Coffea canephora*) sob manejo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28.,2002. Caxambu. **Resumos...** Caxambu: 2002. p. 300.
- RIGHI, C.A. **Caracterização ecofisiológica do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sistema agroflorestal e em monocultivo.** 2005. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- ROMERO-ALVARADO, Y.; SOTO-PINTO, L.; GARCÍA-BARRIOS, L.; BARRERA-GAYTÁN, J.F. Coffee yields and soil nutrients under the shades of *Inga* sp. vs. multiple species in Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 54, p. 215-224, 2002.
- SALGADO, B.G. **Caracterização de sistemas agroflorestais com cafeeiro em Lavras – MG.** 2004. 115 p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- SANTINATO, R.; AGUIAR, S.; FERNANDES, A.L.T.; ALVARENGA, M.; FIGUEIREDO, E.M.FIGUEIREDO, E.M. Estudo da arborização com Grevílea na cafeicultura do oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu, **Resumos...** Caxambu: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.115.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT Guide for personal computers.** 6th ed. Cary: SAS Institute, 1996. 1028p.
- SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; HERNANDEZ, J.C.; NIETO, J.C. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 80, p. 61-69, 2000.

3 QUALIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRÃOS DE CAFÉS SOMBREADOS E A PLENO SOL ORIUNDOS DE SISTEMAS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS

Resumo

O café no Brasil é cultivado principalmente a pleno sol, enquanto em outros países predomina o cultivo sombreado. Devido a esta falta de biodiversidade, as plantações de café nacionais são criticadas por pesquisadores, importadores, consumidores e concorrentes. Em um mercado com crescente demanda mundial por cafés de altíssima qualidade associados à sustentabilidade socioambiental, o Brasil precisa aumentar a oferta de cafés com estas características. Visando estimular o suprimento desta demanda com cafés nacionais, este trabalho busca estudar a qualidade e a composição química de grãos de café oriundos de lavouras sombreadas e a pleno sol, cultivados de forma orgânica e convencional. A hipótese é que o sombreamento do cafeeiro arábica no sul de Minas Gerais com a espécie arbórea leguminosa *Platycyamus regnellii* possa resultar em melhoria da qualidade dos grãos em relação ao sistema a pleno sol. Os experimentos foram instalados em fazendas com diferentes sistemas de produção, orgânico e convencional, em plantios de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m e idade de 17 anos. Parcelas dos tratamentos sombreado e a pleno sol foram implantadas em cada sistema, sendo o sombreamento proporcionado por indivíduos arbóreos adultos, de 10 m a 15 m de altura, da espécie leguminosa *Platycyamus regnellii*, localmente chamada “Pau Pereira”. A composição química dos grãos de café cru foi determinada pela análise por ativação neutrônica instrumental (INAA) e a qualidade do café foi avaliada pelo tamanho e número de defeitos nos grãos e pela qualidade da bebida. Os tratamentos sombreados apresentaram grãos de tamanho superior, concentrações mais elevadas de K e de Zn e melhor qualidade da bebida.

Palavras-chave: Café sombreado; Café orgânico; Qualidade do café; Composição química de café; Sustentabilidade

3 QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF SHADED AND FULL SUN COFFEE BEANS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL SYSTEMS

Abstract

Coffee in Brazil is mainly full sun cultivated, while in other countries it is shaded cultivated. Due to this lack of biodiversity national coffee plantations are criticized by researchers, importers, consumers and competitors. Market demand for high quality coffees, with socio and environmental sustainability, increases a lot and Brazil needs to increment coffee production with these characteristics. Aiming to supply this demand by national coffees, this work seeks to study quality and chemical composition of coffee beans originated from shaded and full sun coffee systems, cultivated as organic and conventional. The hypothesis is that shading of the arabica coffee in the south of Minas Gerais region provided by the leguminous *Platycyamus regnellii* species may result in improvement of the coffee quality in comparison to the full sun system. Experiments were established in two farms with distinct systems of production, organic and conventional, in arabica coffee plantations, Catuaí Amarelo variety,

spacing of 3,5 m x 1,5 m and 17 years of age. Plots from the shaded and full sun treatments were established for each system and shading was provided by adult trees, 10 m to 15 m of height, from the native leguminous species *Platycyamus regnellii*, locally known as “Pau-Pereira”. Chemical composition of green coffee was evaluated by instrumental neutron activation analysis (INAA) and coffee quality was investigated through size of the beans, number of defects and drinking quality. Shaded treatments presented larger coffee beans, better drinking quality and higher concentrations of K and Zn.

Keywords: Shaded coffee; Organic coffee; Coffee quality; Coffee chemical composition; Sustainability

3.1 Introdução

O consumo de cafés especiais como orgânicos, *gourmets*, sombreados e de comércio justo aumenta 12% ao ano enquanto o de café commodity aumenta somente 1,5% (ILLY, 2005) em um mercado global que movimenta US\$ 70 bilhões/ano (CUNHA, 2006; LOUREIRO; LOTADE, 2005). Preços internacionais para cafés especiais são superiores, como consequência da qualidade do produto e da valorização de sistemas de produção mais sustentáveis.

O setor de cafés especiais representava aproximadamente 12% do mercado internacional de café em 2001, demandando excelentes qualidades tangíveis do produto e apresentando crescente exigência por padrões de qualidade socioambientais (SAES; SOUZA; OTANI, 2001). Em 2006, 20% do volume de café importado pelos Estados Unidos foi de cafés especiais, o que representou 40% do valor total das importações de café pelo país, comprovando o valor superior do produto deste padrão (RICE, 2007). O termo qualidade tangível pode ser definido como um grupo de características físicas, químicas e sensoriais que representam o gosto dos consumidores. Para estudar a qualidade total tangível do café cru em grãos, devem ser consideradas as características regionais climáticas e de solo, espécies e variedades cultivadas, sistemas de produção (fertilizantes, agroquímicos, sombreamento, disponibilidade de água, etc) e condições de colheita e pós-colheita (FRANÇA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; JUNIOR et al., 2003; PEREIRA, 1999; VAAST et al., 2006).

No Brasil, a qualidade do café cru é oficialmente definida através de 3 principais parâmetros: (i) tamanho (peneira) dos grãos de café; (ii) número de defeitos (tipo) do café e (iii) qualidade da bebida (sabor, corpo, aroma e outras características) (JUNIOR et al., 2003; MAPA,

2003; PEREIRA, 1999). A Instrução Normativa número 08 de 11 de junho de 2003 define os critérios oficiais de qualidade do café cru brasileiro (MAPA, 2003).

Acredita-se que grãos maiores proporcionem bebida de qualidade superior, sendo fato que tamanho mais uniforme de grãos resulta em torra de melhor qualidade (FERIA-MORALES, 2002). Além disso, grãos graúdos causam maior impacto comercial.

A presença de grãos defeituosos (tipo do café) tem grande influência na bebida e importância significativa na determinação da qualidade dos grãos de café (FRANÇA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; MANCHA AGRESTI, 2008). O tipo é proporcional à quantidade de defeitos, ou seja, maior o tipo, maior a quantidade de defeitos, começando pelo tipo 2 (amostra com 4 defeitos) e indo até o tipo 8 (amostra com 360 defeitos). Cafés com mais de 360 defeitos não são mais classificados por tipo, mas somente por defeitos. Os defeitos podem ser de origem intrínseca (grãos pretos, verdes, chochos, ardidados, etc) ou extrínsecas (presença de pau, pedra e cascas na amostra) (FERIA-MORALES, 2002; MAPA, 2003; MATIELLO et al., 2002).

A classificação da bebida é considerada o parâmetro mais importante de qualidade do café (FERIA-MORALES, 2002; MATIELLO et al., 2002; PEREIRA, 1999). Constitui-se de análise sensorial, existindo diferentes métodos para sua determinação. O Sindicafé – SP possui método próprio desenvolvido pelo Grupo de Avaliação do Café (GAC), que quantifica a amostra de 0 a 100, considerando aroma, sabor, corpo, bebida e qualidade global da amostra. Neste método, a bebida é definida pela classificação oficial brasileira (bebida mole, dura, riada, etc) (ABIC, 2008a). Já o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) utiliza metodologia própria que também quantifica a amostra de 0 a 100, mas considera fragrância, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo para se chegar à nota final (ABIC, 2008b). O método do ITAL tem como base o método de Howell (1998) que possui adesão crescente no Brasil e é dominante nos Estados Unidos e Europa.

Para a determinação da classificação da bebida do café no presente trabalho, seguiu-se a Instrução Normativa número 08 (MAPA, 2003) que regulamenta o método oficial de análise sensorial para este fim. Este foi o método escolhido, pois além de ser oficial é o método amplamente utilizado no país.

A composição química dos grãos de café exerce influência direta na qualidade do café e depende de muitos fatores como espécie, variedade, região de cultivo, sistema de produção,

maturação dos grãos, colheita e pós-colheita além das condições de armazenagem (FAVARIN et al., 2004). O conteúdo mineral nos grãos de café cru é de aproximadamente 4% da matéria seca, sendo que o K representa cerca de 40% (CLARKE; MACRAE, 1985). O elemento K é conhecido por ter uma influência positiva na qualidade do café (BATAGLIA, 2007; SILVA; MINIM; RIBEIRO, 2005; SILVA et al., 1999). Responsabilidade no crescimento e enchimento dos grãos de café (MILLS; JONES, 1997), aumento da resistência da planta a pragas e doenças (MATIELLO et al., 2002) e grande percentual deste elemento nos grãos de café cru são, provavelmente, as razões para a relação do K com a qualidade do café. Portanto, a determinação de elementos químicos em grãos de café deve ser realizada através de uma técnica analítica confiável e que não demanda dissolução de amostras, como a análise por ativação neutrônica instrumental (INAA), um método primário de medição (CCQM, 2007).

O aumento da qualidade do café associado à sustentabilidade socioambiental resultará em maior volume de cafés nacionais em mercados mais exigentes, consequentemente gerando mais divisas ao país.

Assim, a produção sustentável e a qualidade do café devem ser priorizadas na pesquisa cafeeira atual e o presente estudo visa contribuir com esta necessidade.

O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade e a composição química de grãos de café cru originados de quatro distintos modelos de produção de café arábica no sul do Estado de Minas Gerais, (a) orgânico sombreado, (b) orgânico a pleno sol, (c) convencional sombreado e (d) convencional a pleno sol.

A hipótese é que o sombreamento do cafeeiro arábica no sul de Minas Gerais com a espécie arbórea leguminosa *Platycyamus regnellii* possa resultar em melhoria da qualidade dos grãos em relação ao sistema a pleno sol.

3.2 Material e métodos

O experimento foi instalado no município de Machado, sul de Minas Gerais, principal região produtora de café do Brasil, em duas fazendas próximas que distam 6 km entre si. As parcelas do sistema orgânico (tratamentos sombreado e a pleno sol) localizam-se a 1.140 m de altitude, latitude 21°42`S, longitude 46°5`W, em tradicional fazenda de café orgânico, certificada

desde 1991 pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD). As parcelas do sistema convencional (tratamentos sombreado e a pleno sol) localizam-se a 1.020 m de altitude, latitude 21°39`S, longitude 46°3`W, em tradicional fazenda de café, e podem ser visualizadas na Figura 1. O clima é mesotérmico brando, com inverno bastante seco (IBGE, 2001), com médias anuais para precipitação de 1.590 mm e temperatura de 19,6 °C (EMBRAPA, 2008). O bioma é Mata Atlântica subdivisão florestas tropicais semidecíduais, predominando espécies arbóreas que perdem suas folhas no período frio e seco. O solo é um argissolo eutrófico e o relevo movimentado.

O experimento foi implantado em março de 2006, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m (1.900 plantas/ha) e idade de 17 anos. O sombreamento das parcelas orgânicas e convencionais é proporcionado por indivíduos arbóreos adultos, de 10 m a 15 m de altura, da espécie leguminosa *Platycyamus regnellii* comumente chamada Pau Pereira. Esta árvore ocorre em diversas regiões produtoras de café e frequentemente é observada junto a cafezais. É uma espécie típica de florestas tropicais semidecíduais de altitude, perdendo totalmente suas folhas no período de dias curtos, secos e frios (outono/inverno na região sudeste do Brasil). Sua madeira é de alto valor, considerada uma “madeira de lei” (LORENZI, 1998).

As parcelas orgânicas foram adubadas com 10 t/ha de composto orgânico comercial certificado pelo IBD (equivalente a 200 kg de N, 200 kg de P₂O₅, 200 kg de K₂O e 600 kg de Ca) em outubro de 2005 e com 10 t/ha de palha de café em novembro de 2006 (equivalente a 80 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 250 kg de K₂O e 40 kg de Ca). As adubações das parcelas convencionais foram parceladas em três aplicações (outubro, janeiro e março) de 475 kg NPK/ha cada (equivalente a um total de 285 kg N, 72 kg P₂O₅ e 285 kg de K₂O) nos anos de 2005 e 2006. As parcelas convencionais também receberam 1ton/ha de calcáreo dolomítico em setembro de 2005.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, uma vez que o ambiente é heterogêneo (declivoso). O experimento constituiu-se de 2 tratamentos, sombreado e a pleno sol, em 2 sistemas de produção, orgânico e convencional, chegando-se a 4 modelos distintos: (a) orgânico sombreado, (b) orgânico a pleno sol, (c) convencional sombreado e (d) convencional a pleno sol.

Em cada sistema, selecionaram-se três blocos para a implantação dos dois tratamentos (sombreado e a pleno sol). Em cada bloco, foram determinadas 4 repetições (4 parcelas/bloco)

sendo cada parcela composta de 3 plantas de café. Assim, cada tratamento foi composto de 12 parcelas (3 blocos x 4 repetições/bloco) que resultaram em 36 plantas amostradas por tratamento (12 parcelas x 3 plantas/parcela). As parcelas de café sombreado localizam-se embaixo da copa das árvores enquanto as parcelas a pleno sol estão localizadas a mais de 30 metros da copa das árvores.

Os grãos de café foram colhidos manualmente por derriça total sobre um plástico (conhecido como colheita no “pano”), evitando-se o contato com o solo, conforme pode ser visualizado nas Figuras 3 e 4. Os grãos de café de cada parcela foram secos ao sol em peneiras individuais de metal até atingirem umidade de 10,5%, o que ocorreu com 10 dias de secagem no terreiro, conforme pode ser visualizado na Figura 5. A umidade foi determinada pelo medidor de umidade de grãos Gehaka[®]. Este café seco de forma natural com a casca é conhecido como “café em coco” e, após atingir a umidade de 10,5%, está pronto para ser armazenado ou descascado/beneficiado. Depois de descascado, este café é conhecido no mercado internacional como “café natural” devido a seu processo de seca.



Figura 1 - Vista parcial das parcelas do tratamento sombreado do sistema convencional



Figura 2 - Detalhe dos grãos de café variedade Catuaí Amarelo em ponto de colheita



Figura 3 - Colheita das parcelas. Café derriçado manualmente sobre o “pano”, evitando assim contato com o solo



Figura 4 - Detalhe do café colhido no “pano” e pronto para ir ao terreiro para secagem ao sol



Figura 5 - Detalhe da secagem do café em peneiras. Cada peneira é originada de uma parcela. Notar que as 4 peneiras da esquerda, são repetições de tratamento a pleno sol, apresentando café mais “passa” enquanto as 4 da direita, originadas de tratamento sombreado, apresentam café mais “cereja”

Para avaliar a composição química dos grãos, as amostras de café foram levadas ao Laboratório de Radioisótopos (LRi), CENA/USP, Piracicaba, e descascadas com “Descascador Renda para Café” marca Pinhalense[®], obtendo-se o café beneficiado tipo bica corrida. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 60°C até peso constante, e em seguida, desintegradas em moinho de rotor Fritsch Pulverizete 14, atingindo-se partículas de tamanho inferior a 75 µm. As massas das amostras foram quantificadas em balança analítica Mettler Toledo modelo AT20. Porções analíticas com aproximadamente 350 mg foram colocadas em cápsulas de polietileno especial para irradiação (Vrije Universiteit, Amsterdã). Em seguida, as cápsulas das amostras foram irradiadas no reator nuclear de pesquisa IEA-R1, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por 8 horas. Os materiais de referência certificados V-10 (Hay Powder) e IAEA- 336 (Lichen), produzidos pela International Atomic Energy Agency (IAEA) foram utilizados para controle da qualidade analítica. A radioatividade induzida foi medida por espectrometria gama de alta resolução em detector semicondutor de germânio hiperpuro (45% de eficiência relativa no fotopico 1332 keV do ⁶⁰Co) fabricado pela ORTEC, após decaimento radioativo apropriado, no LRi. Os cálculos das concentrações dos elementos químicos Br, Ca, Co, Cs, Fe, K, Rb e Zn foram efetuados utilizando-se do programa Quantu (BACCHI; FERNANDES, 2003), que se baseia no método k_0 . O fluxo de nêutrons foi estimado por meio de fios de níquel-cromo de composição estabelecida (FRANÇA; FERNANDES; BACCHI, 2003).

A determinação da qualidade do café foi conduzida por provedores da empresa Qualicafex, tradicional no setor de qualidade e exportação de cafés especiais. Amostras de 500 g de café beneficiado tipo bica corrida de cada parcela foram utilizadas para a avaliação de três parâmetros oficiais brasileiros de qualidade do café: (i) tamanho (peneira) dos grãos de café, (ii) número de defeitos nos grãos (oficialmente chamado tipo do café) e (iii) qualidade da bebida (sabor, corpo, aroma e outros) (JUNIOR et al., 2003; MAPA, 2003; 2003; PEREIRA, 1999).

O uso de peneiras de tamanho de 10 a 20 é o método oficial para avaliação do tamanho dos grãos de café (MAPA, 2003) e, também, o mais difundido mundialmente. Quantificou-se a porcentagem de cada peneira no café tipo bica corrida, separando-se 100 gramas das amostras que foram passadas no conjunto de peneiras, dispostas de forma citada no Quadro 1 a seguir:

Peneira(s)	Forma	Fava	Peneira	Forma	Fava
19/20	Chata	Graúda	15	Chata	Média
13	Moca	Graúda	9	Moca	Miúda ou moquinha
18	Chata	Graúda	14	Chata	Miúda ou chatinha
12	Moca	Graúda	8	Moca	Miúda ou chatinha
17	Chata	Graúda	13	Chata	Miúda ou chatinha
11	Moca	Média	12	Chata	Miúda ou chatinha
16	Chata	Média	11	Chata	Miúda ou chatinha
10	Moca	Média	10	Chata	Miúda ou chatinha

Quadro 1 - Ordem de colocação das peneiras para a separação de um café bica corrida de acordo com a Instrução Normativa número 08 do MAPA de 11 de junho de 2003

O café que ficou retido em cada peneira foi cuidadosamente pesado e o resultado das pesagens já representa o percentual de cada uma das peneiras.

O tipo do café é a caracterização dos defeitos atribuídos a uma amostra de café. Este foi obtido através da visualização da amostra, separação dos defeitos conforme sua categoria através da tabela de equivalência de defeitos e comparação do resultado com a tabela oficial de classificação, a qual correlaciona a quantidade de defeitos com o tipo da amostra (MAPA, 2003; MATIELLO et al., 2002).

O procedimento de determinação da qualidade da bebida, também conhecido como prova de xícaras, iniciou-se com a torra “americana” dos grãos em torrador marca ROD-BEL[®]. Após a torra, o café foi moído em granulometria grossa e colocado em xícaras de vidro. Cinco xícaras (repetições) foram avaliadas para cada amostra. Durante este procedimento, a avaliação do aroma do café cru e torrado foi realizada. A infusão foi preparada despejando-se água quente (temperatura ao redor de 90°C) sobre o café moído e misturada com colher de prata, momento em que o aroma é cuidadosamente avaliado pelos provadores. A degustação final é feita depois que o pó se deposita no fundo da xícara, situação que pode ser visualizada na Figura 6. Com o auxílio de uma concha, o provador retira uma porção de café da parte superior da infusão, que é levada, de forma ligeiramente inclinada, ao seu lábio inferior. Nesta posição, executa uma forte sucção para que o líquido penetre em sua boca em forma de *spray* (mistura com ar) atingindo toda a cavidade bucal e ativando o sentido do paladar e, de imediato, devolve a quantidade sorvida à cuspeira, conforme pode ser visto na Figura 7. O provador faz, então, a sua avaliação final de acordo com as qualidades oficiais de bebida brasileira (MAPA, 2003; MATIELLO et al., 2002) apresentadas no Quadro 2 a seguir:

Bebida	Características
Estritamente mole	Café que apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém mais acentuado
Mole	Café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado
Apenas mole	Café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar
Dura	Café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos
Riado	Café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio
Rio	Café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio
Rio Zona	Café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar

Quadro 2 – Classificação da qualidade oficial de bebida brasileira de acordo com Instrução Normativa número 08 do MAPA de 11 de junho de 2003

Para permitir comparação estatística, os resultados de qualidade da bebida foram convertidos em números. Os resultados da prova de xícaras apresentaram quatro qualidades de bebida, isto é, duro fraco (2), duro (3), duro para melhor (4) e apenas mole (5).



Figura 6 - Detalhe da mesa de prova de café. Neste ponto, a bebida já está pronta para ser degustada



Figura 7 - Detalhe do provador na mesa de prova de café. Neste ponto, o profissional está realizando a prova de xícaras

Os dados foram analisados estatisticamente por meio do programa SAS (SAS, 1996). Os testes univariados compreenderam a realização da análise da variância, aplicada para testar a hipótese de igualdade, para todos os parâmetros, entre as amostras provenientes dos diferentes tratamentos. Foi aplicado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre médias, em nível de 95% de confiança. No presente trabalho, o objetivo foi avaliar a influência do sombreamento sobre cada sistema de produção, orgânico e convencional. Portanto, as comparações de médias foram realizadas entre sombreado e a pleno sol, para cada sistema, orgânico e convencional.

3.3 Resultados e discussão

Os resultados de concentração dos elementos Br, Ca, Co, Cs, Fe, K, Rb e Zn determinados por INAA nos grãos de café cru dos 4 modelos estudados encontram-se na Tabela 1. Há concentrações mais elevadas de K e Zn nos tratamentos sombreados, em cada sistema, orgânico e convencional (Tabela 1 e Figuras 8 - 11). Também obteve-se concentração menor de Br no tratamento sombreado do sistema orgânico. Concentrações maiores de K e Zn nos grãos de café sombreados podem ser resultantes de concentrações mais elevadas destes elementos no solo de cultivos sombreados, conforme os resultados do capítulo 4 desta Tese apresentam, e maior absorção pela planta. Além disto, esta maior concentração de K e Zn nos grãos dos tratamentos sombreados também pode ser atribuída à maior quantidade de raízes dos cafeeiros sombreados, que exploram maior volume de solo, absorvendo mais nutrientes (RENA; MAESTRI, 1986).

Tabela 1 - Resultados de média e desvio padrão (DP) da concentração de elementos químicos em grãos de café (em mg/kg; n = 12)

Tratamentos	Br	Ca	Co	Cs	Fe	K	Rb	Zn
Sombreado orgânico	0,217a	1292a	0,088a	0,038a	32,9a	15483a	51,8a	5,55a
<i>DP</i>	<i>0,049</i>	<i>108</i>	<i>0,037</i>	<i>0,009</i>	<i>17,4</i>	<i>631</i>	<i>8,2</i>	<i>0,33</i>
Pleno sol orgânico	0,441b	1273a	0,071a	0,044a	32,1a	14900b	43,1a	5,02b
<i>DP</i>	<i>0,107</i>	<i>93</i>	<i>0,047</i>	<i>0,021</i>	<i>17,1</i>	<i>346</i>	<i>12,6</i>	<i>0,28</i>
Sombreado convencional	0,716a	1127a	0,266a	0,075a	46,9a	15625a	45,3a	4,65a
<i>DP</i>	<i>0,301</i>	<i>76</i>	<i>0,162</i>	<i>0,029</i>	<i>76,2</i>	<i>765</i>	<i>18,7</i>	<i>0,49</i>
Pleno sol convencional	0,841a	1073a	0,24a	0,076a	42,5a	14508b	32,9a	4,15b
<i>DP</i>	<i>0,277</i>	<i>104</i>	<i>0,120</i>	<i>0,054</i>	<i>46,5</i>	<i>750</i>	<i>16,6</i>	<i>0,54</i>

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiança

Os grãos de café sombreados, tanto orgânicos quanto convencionais, apresentaram tamanho superior (peneira 18 e acima e peneira 16 e acima) aos tratamentos a pleno sol, enquanto os tratamentos a pleno sol tiveram maior porcentagem de grãos médios e pequenos (peneiras 14/15) (Tabela 2). As Figuras 8 e 9 mostram a dispersão das repetições quanto ao tamanho dos grãos e permite visualizar que os tratamentos sombreados apresentam maior tamanho de grãos que os tratamentos a pleno sol. Verifica-se pela Tabela 2 e Figuras 10 e 11, que o tratamento sombreado orgânico apresentou melhor qualidade da bebida que o tratamento a pleno sol

orgânico. A quantidade de defeitos e o tipo dos grãos de café foram maiores no tratamento orgânico sombreado, em relação ao orgânico a pleno sol (Tabela 2). Entretanto, isto não resultou em redução na qualidade de bebida, uma vez que os principais defeitos (grãos verdes e pretos) foram separados das amostras para a prova de xícaras. Resultados apresentando qualidade superior de bebida e maior tamanho de grãos em cultivos sombreados de café foram também apresentados por Fernandes (1986), Moreira (2004), Muschler (2001) e Vaast et al. (2006).

Tabela 2 - Resultados de média e desvio padrão (DP) dos parâmetros da qualidade do café (n = 12)

Tratamentos	Bebida Prova de xícaras	Defeitos		Peneira / Tamanho dos grãos		
		Tipo	Quantidade	% 18 e acima	% 16 e acima	% 14/15
Sombreado orgânico	3,83a	5,33a	86,25a	16,83a	65,67a	13,25a
<i>DP</i>	0,72	0,49	24,21	3,97	9,79	2,38
Pleno sol orgânico	3,33b	4,83b	52,5b	6b	54,42b	29,5b
<i>DP</i>	0,65	0,39	10,43	1,71	4,29	3,18
Sombreado convencional	2,58a	5,17a	76,25a	11,17a	58,92a	25,42a
<i>DP</i>	0,67	0,58	12,69	6,12	7,77	7,40
Pleno sol convencional	2,42a	5,42a	79,25a	6,08b	47,83b	31,5b
<i>DP</i>	0,51	0,51	17,79	2,97	10,92	5,68

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiança

Potássio é um importante elemento para qualidade da bebida do café (SILVA; MINIM; RIBEIRO, 2005; SILVA; NOGUEIRA; GUIMARÃES, 2002), fato este corroborado pelos resultados obtidos para o sistema orgânico. A Figura 10 mostra uma correlação positiva entre K nos grãos e qualidade da bebida para os tratamentos sombreado e pleno sol, isoladamente, dentro de cada sistema, orgânico e convencional. Resultados também mostram uma possível correlação positiva entre K nos grãos e tamanho dos grãos de café, conforme apresenta a Figura 8.

A importância do K para a qualidade da bebida e tamanho dos grãos pode ser explicada pelo grande percentual deste elemento nos grãos de café (o conteúdo mineral nos grãos de café cru é de aproximadamente 4% na matéria seca, sendo que o K representa cerca de 40%) (CLARKE; MACRAE, 1985), pela sua responsabilidade no crescimento e enchimento dos grãos de café (MILLS; JONES, 1997) e pelo aumento da resistência da planta a pragas e doenças (MATIELLO et al., 2002).

A Figura 11 mostra uma interessante correlação positiva entre concentração de Zn nos grãos e qualidade da bebida de café. O papel do Zn para a qualidade do café ainda não havia sido citado na literatura, entretanto este micronutriente possui grande importância para o crescimento das plantas de café atuando como um catalisador do triptofano (MILLS; JONES, 1997) e como um elemento essencial para a formação da clorofila (SHUURMANN; MARKERT, 1998).

Figura 8 - Gráfico de dispersão da concentração de potássio (mg/kg) em grãos de café cru e porcentagem de grãos de café cru peneira 16 e acima nas repetições dos tratamentos estudados

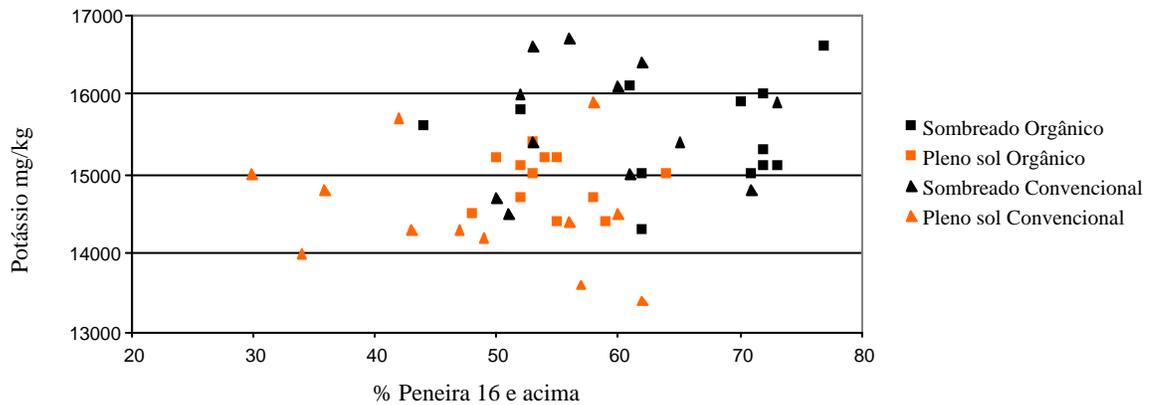


Figura 9 - Gráfico de dispersão da concentração de zinco (mg/kg) em grãos de café cru e porcentagem de grãos de café cru peneira 16 e acima nas repetições dos tratamentos estudados

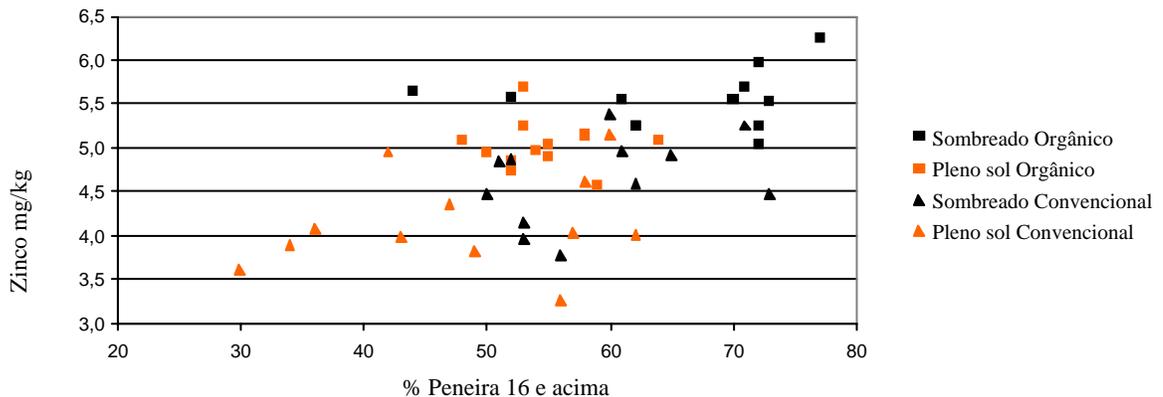


Figura 10 - Gráfico de dispersão das médias (n=12) das concentrações de potássio e desvio padrão (mg/kg) em grãos de café cru e das médias (n=12) da qualidade da bebida do café e desvio padrão para os tratamentos estudados

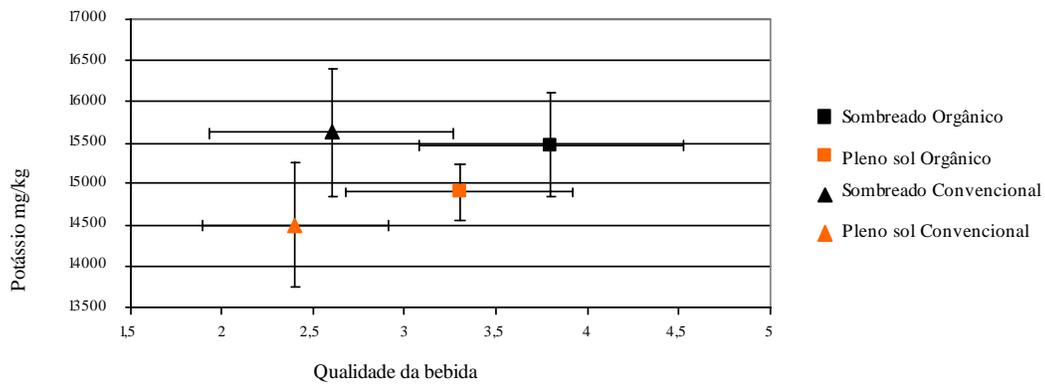
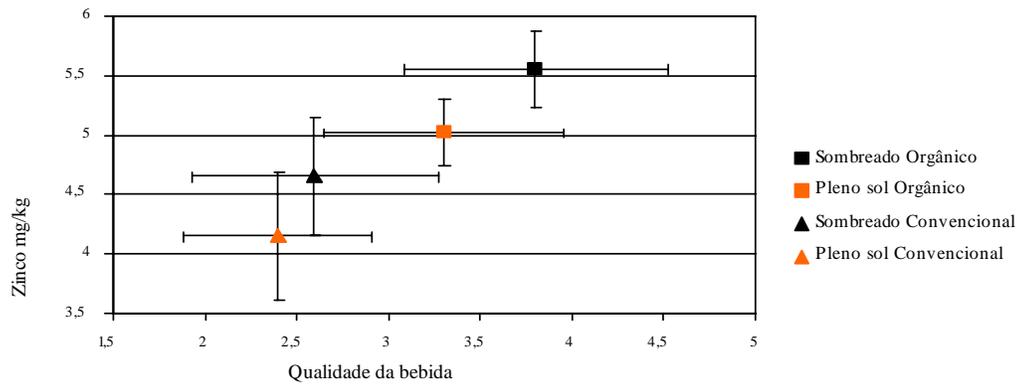


Figura 11 - Gráfico de dispersão das médias (n=12) das concentrações de zinco e desvio padrão (mg/kg) em grãos de café cru e das médias (n=12) da qualidade da bebida do café e desvio padrão para os tratamentos estudados



3.4 Conclusões

Os tratamentos sombreados apresentaram grãos de café de maior tamanho e com maiores concentrações de K e Zn que os tratamentos a pleno sol, tanto no sistema orgânico quanto no convencional, concluindo-se que, nas presentes condições, a produção sombreada é mais sustentável sob os aspectos técnicos de qualidade e composição química de grãos. Assim, o sombreamento deveria ser estimulado no Brasil, uma vez que além de uma série de vantagens ecológicas, apresenta vantagens técnicas e conseqüentemente econômicas.

A hipótese que o sombreamento do cafeeiro arábica no sul de Minas Gerais com a espécie arbórea leguminosa *Platycyamus regnellii* resulta em melhoria da qualidade dos grãos em relação ao sistema a pleno sol é verdadeira para as condições experimentais do presente estudo.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_a2a_mlaudo_gac.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_a2c_mlaudo_ital.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008b.
- BACCHI, M.A; FERNANDES, E.A.N; Quantu – design and development of a software Package dedicated to k_0 -standardized INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Dordrecht, v. 257, p. 577-582, 2003.
- BATAGLIA, C.P. Efeito da nutrição mineral sobre a qualidade dos grãos e da bebida do café. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O; THOMAZIELLO, R.A; FAZUOLI, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais**. Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p. 52-71.
- CONSULTIVE COMMITTEE FOR AMOUNT OF SUBSTANCE – CCQM. Report of the 13th meeting, Bureau International des Poids et Mesures, Consultative Committee for Amount of Substance: metrology in chemistry, 2007. 8p.
- CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee chemistry**. Barking: Elsevier, 1985. 306p.
- CUNHA, L.F. Lavoura gourmet. **Globo rural**, Porto Alegre, v. 244, p. 54-58, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Banco de Dados climatológicos do Brasil**. Disponível em:

<<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2008.

FAVARIN, J.L.; VILELA, A.L.G.; MORAES, M.H.D.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; NETO, D.D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 187-192, 2004.

FERIA-MORALES, A.M. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**, Amsterdam, v. 13, p. 355-367, 2002.

FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 275-301.

FRANÇA, E.J.; FERNANDES, E.A.N.; BACCHI, M.A. Ni-Cr alloy as neutron flux monitor: Composition and homogeneity assessment by INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Amsterdam, v. 257, p. 113-115, 2003.

FRANÇA, A.S.; MENDONÇA, J.C.F.; OLIVEIRA, S.D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, p. 709-715, 2005.

HOWELL, G. SCAA Universal Cupping Form & How to use it. In: ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION “PEAK OF PERFECTION” – PRESENTATION HANDOUTS.10., 1998. Denver – Colorado, April 7-21, 1998.

ILLY, E. Universidade Illy do Café. **Notícias**. Disponível em:
<<http://www.unilly.com.br/site/noticias.exibir.do?idNoticia=167>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de climas do Brasil**. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2001. Mapa de climas. Escala: 1:5.000.000.

JORDAN, C.F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. Chichester: John Wiley, 1985. 200p.

JUNIOR, C.D.C.; BORÉM, F.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; SILVA, F.M. Influência de diferentes sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1089-1096, 2003.

LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H. **Biogeochemistry of a forested ecosystem**. New York: Springer-Verlag, 1995. 160p.

LIN. B.B. Agroforestry management as an adaptative strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 144, p. 85-94, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998. 222p.

LOUREIRO, L.M.; LOTADE, J. Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 53, p. 129-138, 2005.

MANCHA AGRESTI, P.D.C.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; AUGUSTI, R. Discrimination between defective and non-defective Brazilian coffee beans by their volatile profile. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 106, p. 787-796, 2008. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/foodchem>>. Acesso em: 20 jan. 2008

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387p.

MILLS, H.A.; JONES, J.B. **Plant analysis handbook II**: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. MicroMacro Publishing, 1997. 422p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Instrução Normativa Nº 08, de 11 de Junho de 2003**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1840>>. Acesso em: 20 dez. 2008.

MOREIRA, C.F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 78p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MUSCHLER, R.G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 85, p. 131-139, 2001.

PEREIRA, R.G.F.A. Qualidade do café. **Informativo Técnico** –Universidade Federal de Lavras. n. 01, jun., 1999.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-85.

RICE, P. Oportunidades de mercado para cafés sustentáveis nos E.U.A.: o caso dos orgânicos e dos *fair trade*. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O; THOMAZIELLO, R.A; FAZUOLI, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade**: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p. 471-482.

SAES, M.S.M.; SOUZA, M.C.M.; OTANI, M.N. **Actions to promote sustainable development: the case of Baturité shaded coffee, state of Ceará, Brazil**. 2001. Disponível em: <www.fao.org/regional/lamerica/prior/desrural/alianzas/pdf/norico.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2004.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT Guide for personal computers**. 6th ed. Cary: SAS Institute, 1996. 1028p.

SILVA, A.F.; MINIM, V.P.R.; RIBEIRO, M.M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (*coffea arabica L.*) orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1224-1230, 2005.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Qualidade de grãos de café beneficiados em resposta à adubação potássica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 173-179, 2002.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G.; CHAGAS, S.J.D.R.; COSTA, L. Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 335-345, 1999.

SHUURMANN, G; MARKERT, B. **Ecotoxicology**, John Wiley , Amsterdam, 1998. 222p.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.J.; GUYOT, B.; GÉNARD, 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**, London, v. 86, p. 197-204, 2006.

4 INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLOS E FOLHAS DE SISTEMAS DE CAFÉ ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Resumo

O consumo de produtos com sustentabilidade socioambiental aumenta a cada dia como resultado de uma sociedade muito preocupada com o futuro do planeta. Propiciando mais biodiversidade, a cafeicultura sombreada é ambientalmente mais sustentável que a cafeicultura a pleno sol, sendo o Brasil a grande exceção entre os países produtores que, em sua maioria, cultivam café sombreado. Líder na produção e exportação mundial de café, o Brasil deve incrementar a biodiversidade em seus cultivos visando melhorias ecológicas e ganho de mercado. Gastos com adubação, química ou orgânica, representam percentual elevado do custo de produção e poucas são as pesquisas estudando a influência do sombreamento sobre as características químicas de solos e folhas de sistemas de produção de café. A hipótese é que a utilização de uma espécie arbórea caducifólia propicie uma maior ciclagem de elementos químicos e que isto resulte em maiores concentrações de nutrientes nos solos e folhas dos tratamentos de café sombreado. O objetivo deste trabalho é estudar a influência do sombreamento, com a espécie leguminosa nativa *Platycyamus regnellii*, sobre as características químicas de solos e folhas de sistemas de café orgânico e convencional. Os experimentos foram instalados no município de Machado, sul do Estado de Minas Gerais, em fazendas com distintos sistemas de produção, orgânico e convencional, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m e idade de 17 anos. Parcelas dos tratamentos sombreado e a pleno sol foram implantadas em cada sistema, sendo o sombreamento proporcionado por indivíduos arbóreos adultos da espécie leguminosa nativa *Platycyamus regnellii*, localmente chamada “Pau Pereira”. Foram determinados macro e micronutrientes nos solos e folhas além de matéria orgânica e pH do solo. Resultados indicam que há contribuição positiva da espécie arbórea sobre as características químicas de solos e folhas dos tratamentos sombreados, orgânico e convencional, confirmando a hipótese do trabalho.

Palavras-chave: Café sombreado; Fertilidade do solo; Nutrição vegetal; Ciclagem de nutrientes; Sustentabilidade

4 SHADING INFLUENCE ON CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL AND LEAVES FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL COFFEE SYSTEMS IN THE SOUTH OF MINAS GERAIS STATE

Abstract

Consumption of sustainable socio and environmental products increase each day as a result of the huge concern of the society with the future of the planet. Generating higher biodiversity, shaded coffee is environmentally more sustainable than full sun coffee, being Brazil the largest exception from the producing countries which mostly produce shaded coffees. World largest coffee producer and exporter, Brazil must increase crop biodiversity aiming at ecological improvements and gain of market. Expenses with fertilization, chemical or organic, stand for a high percentage in the cost of production and few are the researches studying shade influence on

the chemical characteristics of soil and coffee leaves. The hypothesis is that the use of a shade tree that loses its leaves provides a higher cycling of chemical elements and that this results in higher levels of nutrients in the soil and leaves from the shaded coffee treatments. The aim of this work was to study the shading influence, by the native leguminous species, *Platycyamus regnellii*, on the chemical characteristics of soil and leaves from organic and conventional coffee systems. Experiments were established at the municipality of Machado, south of Minas Gerais state, in farms from distinct systems, organic and conventional, in arabica coffee plantations, Catuaí Amarelo variety, spacing of 3,5 m x 1,5 m and 17 years of age. Plots from the shaded and full sun treatments were established for each system and the shading was provided by adult trees from the native leguminous species *Platycyamus regnellii*, locally known as “Pau-Pereira”. Macro and micronutrients were determined in soils and leaves besides organic matter and soil pH. Results show that there is a positive contribution from the shade tree over the chemical characteristics of soil and leaves of the shaded coffee treatments, organic and conventional, confirming the hypothesis of the work.

Keywords: Shaded coffee; Soil fertility; Plant nutrition; Nutrients cycling; Sustainability

4.1 Introdução

Espécies arbóreas fixam e reciclam elementos químicos nos sistemas, absorvendo os elementos do solo através de suas raízes e, posteriormente, liberando-os através da queda de suas folhas, frutos, galhos e troncos (CARDOSO et al., 2003; JORDAN, 1985; LIKENS; BORMANN, 1995). Quando depositadas no solo, as folhas mais grossas, coriáceas, como no caso das folhas da espécie arbórea leguminosa *Inga sp*, apresentam taxas lentas de decomposição, contribuindo para a elevação dos níveis de matéria orgânica no solo e para a supressão de espécies invasoras (PEETERS et al., 2003). Os resíduos vegetais são importantes componentes para a estabilidade do ecossistema da terra agricultável do mundo. Estes resíduos podem ter significativo efeito na matéria orgânica do solo, níveis de biomassa microbiana, taxas de decomposição e dinâmica de nutrientes (BLAINE, 1992). A quantidade de matéria orgânica tem um papel central na manutenção da fertilidade do solo (CHRISTENSEN; JOHNSTON, 1997), como importante regulador de numerosas restrições ambientais à produtividade das culturas. A mineralização de resíduos em decomposição é uma enorme fonte de nutrientes às plantas (SANCHEZ et al., 1989).

O uso de árvores na cafeicultura para sequestro de C e redução da adubação nitrogenada tem um enorme potencial para mitigação do aquecimento global (MONTAGNINI; NAIR, 2004). Este potencial é ainda superior no Brasil, pois a maioria absoluta dos cultivos é a pleno sol.

O cafeeiro é uma espécie bastante exigente em fertilidade do solo, com necessidades semelhantes para K e N. É uma das poucas culturas que apresenta demandas nutricionais similares destes elementos enquanto a maioria das culturas tem o N como o principal nutriente (MALAVOLTA et al., 1974; MATIELLO et al., 2002).

Desde os primórdios da cafeicultura nacional, período em que não se utilizava adubação, esta cultura se desenvolvia bem em terras recém desmatadas onde os níveis de fertilidade natural eram altos. Com o passar dos anos, mesmo nas terras naturalmente mais ricas, a fertilidade se exauria e a produtividade diminuía. O surgimento da adubação química propiciou o cultivo do cafeeiro em terras já desmatadas e também em terras de baixa fertilidade natural (MALAVOLTA et al., 1974; RAIJ, 1991), estando o café presente, hoje, em diversas regiões do país, algumas, somente devido a altas doses de adubações químicas.

O uso de fertilizantes químicos na cafeicultura é elevado. No ano de 2004, foram comercializados no Brasil 22,8 milhões de toneladas métricas, das quais estima-se que 7% foram destinadas à cultura do café (COELHO et al., 2006). Os custos com adubos químicos têm se elevado bastante. Aumento nos preços do petróleo, maior demanda mundial por adubos, grande dependência nacional de adubos importados e monopólio na exploração das jazidas nacionais são os principais motivos para este aumento de custos (OLIVEIRA, 2008). No período entre os anos agrícolas de 2006 e 2007, o aumento nos preços do NPK, formulado mais utilizado na cafeicultura, chegou a 100% (CRUZ, 2008). Produtores têm buscado maior eficiência no uso de adubos bem como formas alternativas de reposição de nutrientes e minimização de perdas nas lavouras.

Insumos utilizados na cafeicultura convencional, como adubos químicos solúveis e agrotóxicos, podem causar contaminações no homem e no meio ambiente, além de demandarem muito combustível fóssil em seu processo produtivo, contribuindo de forma significativa com o aquecimento global. Portanto, sistemas convencionais de café são considerados de baixa sustentabilidade socioambiental, sendo necessário encontrar meios para a redução no uso de insumos associado à manutenção de boas produtividades e ao aumento da biodiversidade.

A cafeicultura orgânica é considerada mais sustentável que a convencional do ponto de vista socioambiental, uma vez que adota tecnologias de produção ecológicas que mantêm ou melhoram a qualidade do solo e do meio ambiente, além de não oferecerem risco de contaminação aos trabalhadores e consumidores. As técnicas de produção são baseadas na

utilização de material orgânico de origem vegetal ou animal ao invés de fertilizantes químicos solúveis e agroquímicos para o controle de pragas e doenças (GROSSMAN, 2003; LOUREIRO; LOTADE, 2005). Utilizando tecnologias como aplicação de fertilizantes orgânicos (compostos, esterco, rochas moídas como fosfatos naturais e calcáreo, etc), cultivo de adubos verdes, controle alternativo de pragas e doenças bem como a preservação da vegetação nativa e da fauna, o sistema de café orgânico reduz a dependência de insumos externos e gera melhores condições para a fauna e pessoas da região. Busca-se atualmente na cafeicultura orgânica nacional, a redução no custo de produção, seja pelo aumento da produtividade e/ou redução no uso de insumos e/ou aumento da eficiência das operações, associado ao aumento da qualidade nos grãos e a maior biodiversidade nos cultivos (ACOB, 2007).

Assim, para se obter uma cafeicultura mais sustentável, orgânica ou convencional, com menor gasto de insumos, é importante gerar tecnologias que mantenham ou incrementem a fertilidade natural do solo e que também contribuam com a conservação da biodiversidade.

A utilização de árvores leguminosas nativas nas lavouras de café brasileiras, orgânicas e convencionais, pode contribuir muito com as demandas de redução de custos e aumento da biodiversidade do setor.

O objetivo deste trabalho é estudar a influência do sombreamento, com a espécie leguminosa nativa *Platycyamus regnellii*, sobre as características químicas de solos e folhas de sistemas de produção de café orgânicos e convencionais.

A hipótese é que a utilização de uma espécie arbórea caducifólia no outono/inverno propicie uma maior ciclagem de elementos químicos e que isto resulte em maiores concentrações de nutrientes no solo e folhas dos cafeeiros dos tratamentos sombreados.

4.2 Material e métodos

O experimento foi instalado no município de Machado, sul de Minas Gerais, principal região produtora de café do Brasil, em duas fazendas próximas que distam 6 km entre si. As parcelas do sistema orgânico (tratamentos sombreado e a pleno sol) localizam-se a 1.140 m de altitude, latitude 21°42`S, longitude 46°5`W, em tradicional fazenda de café orgânico, certificada desde 1991 pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD). As parcelas do sistema

convencional (tratamentos sombreado e a pleno sol) localizam-se a 1.020 m de altitude, latitude 21°39`S, longitude 46°3`W, em tradicional fazenda de café. O clima é mesotérmico brando, com inverno bastante seco (IBGE, 2001), com médias anuais para precipitação de 1.590 mm e temperatura de 19,6 °C (EMBRAPA, 2008). O bioma é Mata Atlântica subdivisão florestas tropicais semidecíduais, predominando espécies arbóreas que perdem suas folhas no período frio e seco. O solo é um argissolo eutrófico e o relevo movimentado.

O experimento foi implantado em março de 2006, em lavouras de café arábica variedade Catuaí Amarelo, espaçamento de 3,5 m x 1,5 m (1.900 plantas/ha) e idade de 17 anos. O sombreamento das parcelas orgânicas e convencionais é proporcionado por indivíduos arbóreos adultos, de 10 m a 15 m de altura, da espécie leguminosa *Platycyamus regnellii* comumente chamada Pau Pereira. Esta árvore ocorre em diversas regiões produtoras de café e frequentemente é observada junto a cafezais. É uma espécie típica de florestas tropicais semidecíduais de altitude, perdendo totalmente suas folhas no período de dias curtos, secos e frios (outono/inverno na região sudeste do Brasil). Sua madeira é de alto valor, considerada uma “madeira de lei” (LORENZI, 1998).

As parcelas orgânicas foram adubadas com 10 t/ha de composto orgânico comercial certificado pelo IBD (equivalente a 200 kg de N, 200 kg de P₂O₅, 200 kg de K₂O e 600 kg de Ca) em outubro de 2005 e com 10 t/ha de palha de café em novembro de 2006 (equivalente a 80 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 250 kg de K₂O e 40 kg de Ca). As adubações das parcelas convencionais foram parceladas em três aplicações (outubro, janeiro e março) de 475 kg NPK/ha cada (equivalente a um total de 285 kg N, 72 kg P₂O₅ e 285 kg de K₂O) nos anos de 2005 e 2006. As parcelas convencionais também receberam 1ton/ha de calcáreo dolomítico em setembro de 2005.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, uma vez que o ambiente é heterogêneo (declivoso). O experimento constituiu-se de 2 tratamentos, sombreado e a pleno sol, em 2 sistemas de produção, orgânico e convencional, chegando-se assim a 4 modelos distintos: (a) orgânico sombreado, (b) orgânico a pleno sol, (c) convencional sombreado e (d) convencional a pleno sol. As comparações foram feitas entre os tratamentos sombreado e orgânico, para cada sistema, orgânico e convencional, não havendo comparações estatísticas entre os sistemas orgânico e convencional.

Em cada sistema, selecionaram-se três blocos para a implantação dos dois tratamentos (sombreado e a pleno sol). Em cada bloco foram determinadas 4 repetições (4 parcelas/bloco)

sendo cada parcela composta de 3 plantas de café. Assim, cada tratamento foi composto de 12 parcelas (3 blocos x 4 repetições/bloco) que resultaram em 36 plantas amostradas por tratamento (12 parcelas x 3 plantas/parcela). As parcelas de café sombreado localizam-se embaixo da copa das árvores enquanto as parcelas a pleno sol estão localizadas a mais de 30 metros da copa das árvores.

As amostragens de solos e folhas ocorreram no mês de abril de 2007. A coleta de solos foi realizada em 8 pontos distintos, 4 do lado superior e 4 do lado inferior de cada parcela, na projeção da copa do cafeeiro, na profundidade de 0-20 cm, onde se encontram 90% das raízes do cafeeiro arábica (ALFONSI et al., 2005; MALAVOLTA, 1986) utilizando um amostrador próprio para coleta de solo, tipo sonda. O solo foi homogeneizado e colocado em sacos plásticos identificados para posterior análise das características químicas.

A amostragem de folhas constituiu-se de coleta de 4 pares por cafeeiro. Foram coletados pares de folhas situados no terceiro nó dos ramos da porção mediana da planta, nos 4 pontos cardiais das 3 plantas de café de cada parcela (MALAVOLTA, 1993), resultando em 24 folhas amostradas por parcela.

Visando quantificar a massa de folhas de árvore que se deposita no solo e posterior estimativa da contribuição para as características químicas do solo, foram implantadas redes de coleta de aproximadamente 1 m² nas parcelas de café sombreado, conforme mostram as Figuras 1 e 2. As redes de tela plástica tipo “sombrite” foram colocadas a 1m de altura do solo no mês de março de 2007 antes do início da queda das folhas da espécie arbórea, que ocorreu no final do mês de abril. As árvores dos dois sistemas, orgânico e convencional, ficaram totalmente desprovidas de folhas entre os meses de maio e agosto (Figura 3), iniciando a brotação em meados de setembro e permanecendo totalmente vestidas de outubro a abril (Figura 4). A coleta das folhas de árvore das redes ocorreu no dia 21 de junho de 2007.

Figura 1 - Redes de coleta de folhas da espécie arbórea vazias (março de 2007)



Figura 2 - Redes de coleta de folhas da espécie arbórea na data da amostragem das folhas (junho 2007)



Figura 3 – Vista da copa da espécie arbórea *Platycyamus regnellii* em junho de 2007



Figura 4 - Vista da copa da espécie arbórea *Platycyamus regnellii* em março de 2007



As amostras das folhas para análise nutricional e INAA foram embaladas em sacos de papel e levadas ao Laboratório de Radioisótopos (LRi) onde foram secas em estufa de circulação forçada a 60°C até peso constante e, em seguida, desintegradas em moinho de rotor Fritsch Pulverizete 14. As folhas, já moídas, destinadas à análise nutricional foram enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo do CENA/USP, que emprega metodologias propostas por Miyazawa, Pavan e Bloch, (1984, 1992), Krug (1996) e Sarruge e Haag (1974) para determinação dos elementos P, K, Ca, Mg, Zn e N. A determinação química por INAA ocorreu no LRi. As massas das amostras foram quantificadas em balança analítica Mettler Toledo modelo AT20. Porções analíticas com aproximadamente 150 mg de folhas foram colocadas em cápsulas de polietileno especial para irradiação (Vrije Universiteit, Amsterdã). Em seguida, as cápsulas das amostras foram irradiadas no reator nuclear de pesquisa IEA-R1m, do Instituto de Pesquisas

Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por 8 horas. Os materiais de referência certificados V-10 (Hay Powder) e IAEA-336 (Lichen), produzidos pela International Atomic Energy Agency (IAEA) foram utilizados para controle da qualidade analítica das folhas. A radioatividade induzida foi medida por espectrometria gama de alta resolução em detector semicondutor de germânio hiperpuro (45% de eficiência relativa no fotopico 1332 keV do ^{60}Co) fabricado pela ORTEC, após decaimento radioativo apropriado, no LRi. Os cálculos das concentrações dos elementos químicos Br, Ca, Co, K e Zn foram efetuados utilizando-se do programa Quantu (BACCHI; FERNANDES, 2003), que se baseia no método k_0 . O fluxo de nêutrons foi estimado por meio de fios de níquel-cromo de composição estabelecida (FRANÇA; FERNANDES; BACCHI, 2003).

Para análise das características químicas do solo, as amostras de solo foram misturadas e secas a temperatura ambiente e enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo do CENA/USP, que adota a metodologia padrão IAC (RAIJ; QUAGGIO, 1983). Foram realizadas determinações de P, K, Ca, Mg e Zn além de matéria orgânica e pH.

Os dados foram analisados estatisticamente por meio do programa SAS (SAS, 1996). Os testes univariados compreenderam a realização da análise da variância, aplicada para testar a hipótese de igualdade, para todos os parâmetros, entre as amostras provenientes dos diferentes tratamentos. Foi aplicado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre médias, em nível de 95% de confiança. No presente trabalho, o objetivo foi avaliar a influência do sombreamento sobre cada sistema de produção, orgânico e convencional. Portanto, as comparações de médias foram realizadas entre sombreado e pleno sol, em cada sistema, orgânico e convencional.

4.3 Resultados e discussão

O tratamento sombreado do sistema orgânico apresentou concentrações mais elevadas no solo de K, Zn e matéria orgânica e valores menores de Mg e pH em relação ao tratamento a pleno sol, conforme mostra a Tabela 1. Já para os tratamentos convencionais, só houve diferença estatística para pH do solo, sendo que o tratamento sombreado convencional apresentou valor inferior ao tratamento a pleno sol convencional.

Tabela 1 - Resultados de média e desvio padrão (DP) das características químicas do solo (n = 12)

Tratamentos		P (mg/dm ³)	K (mmol/dm ³)	Ca (mmol/dm ³)	Mg (mmol/dm ³)	Zn (mg/kg)	MO (mmol/dm ³)	pH (CaCl ₂)
Sombreado orgânico	Média	17a	2,9a	52,6a	20,0a	7,3a	19,6a	5,4a
	DP	5,04	0,69	8,09	3,24	2,3	3,21	0,18
Pleno sol orgânico	Média	15,6a	1,8b	55,7a	24,7b	6,3b	17,5b	5,9b
	DP	5,1	0,49	12,63	6,37	1,9	2,58	0,88
Sombreado convencional	Média	14,8a	3,1a	4,8a	0,8a	1,7a	13,4a	4,0a
	DP	4	0,88	1,83	0,43	0,38	2,92	0,05
Pleno sol convencional	Média	14,1a	3,1a	10,3a	3,1a	2,2a	12,3a	4,1b
	DP	2,24	0,81	6,15	2,34	1,41	1,46	0,18

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiança

Os valores obtidos para os nutrientes P, K, Ca, Mg e Zn no solo e para pH e matéria orgânica do solo se encontram dentro dos limites apontados por Matiello et al. (2002) e Raij et al. (1997). As concentrações de P de todos os tratamentos são consideradas médias para Raij et al. (1997) e baixas para Matiello et al. (2002). Concentrações de K são consideradas médias (MATIELLO et al., 2002) ou adequadas (RAIJ et al., 1997) para todos os tratamentos com exceção do tratamento a pleno sol orgânico, considerada baixa por Matiello et al. (2002) e média por Raij et al. (1997). As concentrações de Ca e Mg são consideradas adequadas para os tratamentos orgânicos e baixas para os tratamentos convencionais e as concentrações de Zn são consideradas adequadas para os tratamentos orgânicos e médias para os tratamentos convencionais (RAIJ et al., 1997). Concentrações de matéria orgânica do solo (MO) são consideradas médias para os tratamentos orgânicos e baixas para os convencionais (MATIELLO et al., 2002) enquanto o pH do solo é médio para os tratamentos orgânicos e baixo para os tratamentos convencionais (RAIJ et al., 1997).

Os valores de Ca, Mg e pH dos solos dos tratamentos convencionais estão excessivamente baixos. O pH baixo pode ser resultado da ausência de calagem no ano de 2006, já que a última calagem ocorreu no ano de 2005, associado às adubações químicas que contribuem grandemente para a acidificação dos solos (PRIMAVESI, 1990). As baixas concentrações obtidas para Ca e Mg no solo do sistema convencional devem ser consequência do pH baixo que indisponibiliza estes nutrientes, naturalmente ocorrentes em consideráveis concentrações nos solos (RAIJ et al., 1997). Interessante notar que os tratamentos orgânicos estão com valores adequados de Ca, Mg e pH do solo mesmo sem receber calagem há pelo menos 10 anos. O fato de não receber adubações químicas em conjunto com adubações orgânicas regulares e equilibradas e com o manejo ecológico das espécies vegetais nativas, pode ter sido suficiente para que o pH se mantivesse em

níveis adequados, que, associado a uma rocha mãe naturalmente rica em Ca e Mg, resulta em boa disponibilidade destes elementos. Já os valores inferiores de pH do solo nos tratamentos sombreados de ambos os sistemas, orgânico e convencional, podem ser resultantes do maior acúmulo de material vegetal no solo destes tratamentos, consequência da queda de folhas da espécie arbórea (MIYASAWA; PAVAN; CALEGARI, 1993).

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que, no sistema orgânico, as folhas dos cafeeiros do tratamento sombreado possuem concentrações superiores de K, Ca e Zn em relação ao tratamento a pleno sol. Já para o sistema convencional, o tratamento sombreado apresenta concentração superior de K e inferior de Mg. Não foram encontradas diferenças significativas para as concentrações de N foliares em favor dos tratamentos sombreados, como poderia se esperar por se tratar de sombreamento com espécie arbórea leguminosa.

Tabela 2 - Resultados de média e desvio padrão (DP) de elementos químicos nutricionais em folhas de café (n = 12)

Tratamentos		P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Zn (mg/kg)	N (g/kg)
Sombreado orgânico	Média	1,86a	24,88a	13,4a	6,10a	11,85a	29,07a
	DP	0,13	2,54	1,58	0,78	0,88	1,35
Pleno sol orgânico	Média	2,01a	19,14b	12,2b	5,95a	10,77b	28,07a
	DP	0,22	2,05	1,47	0,66	1,03	1,65
Sombreado convencional	Média	1,55a	29,77a	9,82a	3,75a	10,58a	31,78a
	DP	0,1	2,79	1,17	0,33	1,38	1,33
Pleno sol convencional	Média	1,43a	22,30b	9,70a	4,44b	10,61a	30,94a
	DP	0,1	2,94	2,04	0,59	1,68	1,82

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiança

A Tabela 3 apresenta alguns elementos químicos determinados por INAA nas folhas de café. Para o sistema orgânico, o tratamento sombreado apresenta maiores concentrações de Ca, K, e Zn. Já para o sistema convencional, o tratamento sombreado apresenta concentrações mais elevadas de Co e K e o tratamento a pleno sol apresenta concentração maior de Br.

Tabela 3 - Resultados de média e desvio padrão (DP) de elementos químicos em folhas de café (mg/kg; n = 12)

Tratamentos		Br	Ca	Co	K	Zn
Sombreado orgânico	Média	1,11a	12520a	0,086a	23370a	9,90a
	DP	0,22	1240	0,019	1890	0,81
Pleno sol orgânico	Média	1,56a	11280b	0,057a	17820b	8,84b
	DP	0,52	1400	0,031	1820	0,67
Sombreado convencional	Média	10,02a	8840a	0,326a	28020a	9,10a
	DP	4,11	990	0,096	2410	0,95
Pleno sol convencional	Média	17,51b	9180a	0,182b	20270b	8,91a
	DP	5,92	1710	0,095	4780	1,06

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 95% de confiança

As concentrações obtidas nas folhas dos cafeeiros para os nutrientes P, K, Ca, Mg, Zn e N se encontram dentro dos limites apontados por Matiello et al. (2002) e Raij et al. (1997), consideradas adequadas. Os elementos Br e Co foram avaliados no sentido de permitir melhor caracterização dos tratamentos. Estes elementos não são considerados micronutrientes essenciais ao cafeeiro, mas o que chama atenção é a alta concentração de Br nas folhas dos cafeeiros convencionais. Os resultados de concentração de nutrientes K, Ca e Zn nas folhas dos tratamentos dos dois sistemas, obtidos pelos dois métodos (nutrição vegetal e INAA) ficaram bastante próximos.

Analisando-se todos os resultados de solos e folhas, nota-se que as concentrações de K, Ca e Zn apresentam um comportamento similar, sendo na maioria das vezes superiores nos tratamentos sombreados. As concentrações de K são sempre superiores nos solos e folhas dos tratamentos sombreados de ambos os sistemas (orgânico e convencional), com exceção de K no solo do sistema convencional, em que as concentrações são equivalentes entre os tratamentos. O elemento Zn, no sistema orgânico, também apresenta concentrações superiores no solo e folhas do tratamento sombreado, ao passo que Ca mostra maiores concentrações nas folhas.

Nota-se que a influência positiva do sombreamento nas características químicas de solos e folhas foi superior no sistema orgânico do que no convencional. Talvez, por ter recebido menores quantidades de adubos externos, a influência da árvore tenha sido proporcionalmente maior no sistema orgânico.

A concentração de K mais elevada obtida no solo do tratamento sombreado do sistema orgânico é consequência da maior ciclagem de nutrientes, podendo também ser potencializada pela menor erosão laminar e menor lixiviação. A maior ciclagem de nutrientes do sistema sombreado foi propiciada pela deposição das folhas da espécie arbórea no solo, podendo-se visualizar pelas Tabelas 4 e 6 que estas folhas contêm grande quantidade de nutrientes e quando depositadas sobre o solo se decompõem, liberando minerais como o K para as plantas reutilizarem (JORDAN, 1985; PRITCHETT; FISHER, 1985; THEODORO, 2001). O K é absorvido como K^+ e mantém-se nesta forma, não fazendo parte de compostos específicos e não possuindo função estrutural (RAIJ, 1991). Por não participar de combinações orgânicas na planta, como N, P e S, o K, é prontamente liberado ao solo, quando os restos vegetais são a ele adicionados (KIEHL, 1985). Portanto, pode-se considerar que quantidade significativa do K presente nas folhas da árvore que caíram no solo (Tabelas 5 e 6) esteja voltando rapidamente ao solo dos tratamentos sombreados e contribuindo com as maiores concentrações obtidas no solo deste tratamento. A Tabela 6 mostra que 157 kg/ha de K poderiam ser potencialmente disponibilizados pelas folhas da espécie arbórea do sistema orgânico, número bastante significativo em relação às recomendações técnicas, que indicam entre 100 a 350 kg de K_2O /ha/ano em função dos teores de K no solo e da produtividade esperada (MALTA et al., 2007; MATIELLO et al., 2002). A grande presença de folhas da espécie arbórea na superfície do solo é um obstáculo físico que reduz o escoamento superficial e estimula a infiltração (FERNANDES, 1986; THEODORO, 2001), minimizando a erosão laminar. A menor erosão laminar também pode ser decorrente de uma maior infiltração e absorção de água no solo, consequência de um solo mais aerado, observada em cafezais sombreados (CLARKE; MACRAE, 1985; FERNANDES, 1986). O K é um elemento muito móvel no solo e, portanto, bastante propenso a ser perdido por lixiviação (MILLS; JONES, 1997; RAIJ, 1991). A utilização de árvores pode minimizar a lixiviação (CLARKE; MACRAE, 1985; FERNANDES, 1986), pela presença das raízes destas espécies, as quais ocupam grande volume de solo, retendo e absorvendo o K que poderia ser perdido do sistema (JORDAN, 1985; PRITCHETT; FISHER, 1985).

A não diferença significativa para K no solo entre os tratamentos do sistema convencional pode ser atribuída à adubação com NPK, realizada em período muito próximo (março) à coleta de solos (abril), minimizando as possíveis diferenças nas concentrações de K no solo.

A concentração de K mais elevada nas folhas dos cafeeiros do tratamento sombreado do sistema orgânico é resultante da maior concentração de K no solo deste tratamento e da alta mobilidade deste elemento no solo e na planta (RAIJ, 1991), permitindo que maiores quantidades sejam absorvidas pelas raízes do cafeeiro. Quando há altas concentrações de K no solo, umidade e temperatura propícias, aumenta-se o movimento do K do solo para as raízes da planta (MILLS; JONES, 1997). Além disto, esta concentração mais elevada de K nas folhas dos tratamentos sombreados também pode ser atribuída à maior quantidade de raízes dos cafeeiros sombreados, que exploram maior volume de solo e, conseqüentemente, absorvem mais nutrientes. A maior quantidade de raízes do cafeeiro ocorre em plantios de café sombreado, como resultado de uma menor temperatura do solo (RENA; MAESTRI, 1986).

Já a maior concentração de K nas folhas dos cafeeiros sombreados do sistema convencional não pode ser correlacionada à maior concentração de K no solo deste tratamento, mas somente à maior quantidade de raízes do cafeeiro sombreado (RENA; MAESTRI, 1986).

A concentração mais elevada de Zn no solo do tratamento sombreado do sistema orgânico pode ser resultado de menor erosão laminar e maior ciclagem de nutrientes que ocorrem neste tratamento. Menores perdas por lixiviação em cultivos sombreados (CLARKE; MACRAE, 1985; FERNANDES, 1986) dificilmente contribuiriam para maiores concentrações de Zn no solo do tratamento sombreado, uma vez que este micronutriente é fortemente adsorvido ao solo pelos minerais e pela matéria orgânica (RAIJ, 1991). A erosão laminar pode causar perda de Zn, através do escorrimento de partículas de solo e matéria orgânica pela superfície do solo. Fato que seria minimizado no tratamento sombreado do sistema orgânico devido à grande presença de folhas da espécie arbórea na superfície do solo que atua como um obstáculo físico, reduzindo o escorrimento superficial e estimulando a infiltração (FERNANDES, 1986; THEODORO, 2001). O segundo motivo para uma concentração mais elevada de Zn no solo é a maior ciclagem de nutrientes proporcionada pela deposição das folhas da espécie arbórea no solo. As folhas que caem no solo contêm Zn (Tabelas 4, 5 e 6) e este material vegetal se decompõe, liberando este elemento para a solução do solo (JORDAN, 1985; PRITCHETT; FISHER, 1985).

A maior concentração de Zn nas folhas do tratamento sombreado do sistema orgânico é consequência da maior concentração de Zn no solo deste tratamento, uma vez que a transferência de Zn do solo para as raízes ocorre principalmente por difusão através da solução do solo

(ABREU; FERREIRA; BORKERT, 2001) e também da maior quantidade de raízes do cafeeiro cultivado sombreado (RENA; MAESTRI, 1986).

A maior quantidade de MO no solo do tratamento sombreado do sistema orgânico pode ser resultado da menor erosão laminar, menor lixiviação e deposição das folhas de árvore ao solo que ocorrem neste tratamento. Resíduos vegetais são os maiores responsáveis pela formação da matéria orgânica do solo (BLAINE, 1992). O teor mais elevado de MO no solo do tratamento sombreado do sistema orgânico pode ter influenciado na obtenção de maiores concentrações de K e Zn no solo deste tratamento, pois a matéria orgânica é fonte fundamental de diversos nutrientes (CAMARGO; SANTOS, 1999; JORDAN, 1995; PRITCHETT; FISHER, 1985).

Não há diferença significativa para as concentrações de Ca nos solos dos tratamentos estudados. Sendo assim, a concentração mais elevada de Ca nas folhas de cafeeiros do tratamento sombreado do sistema orgânico pode ser atribuída, somente, à maior quantidade de raízes do cafeeiro (RENA; MAESTRI, 1986).

Tabela 4 - Média das concentrações de elementos químicos nutricionais nas folhas da espécie arbórea nos tratamentos estudados

Tratamento	P	K	Ca	Mg	Zn	N
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	g/kg
Orgânico	0,78	20,87	7,64	1,89	16,74	21,81
Convencional	0,92	10,18	9,22	1,62	18,44	23,15

Tabela 5 - Média do volume de folhas da espécie arbórea nos blocos orgânicos e convencionais em g matéria seca/m²

Tratamento	Volume médio de folhas de árvore depositado/parcela em g matéria seca/m ²
Orgânico	756
Convencional	687

Tabela 6 - Quantidades de nutrientes estimados gerados em potencial pelas folhas da espécie arbórea (em kg/há)

Tratamento	P	K	Ca	Mg	Zn	N
Orgânico	5,9	157,8	57,8	14,3	12,7	164,9
Convencional	6,3	69,9	63,3	11,1	12,7	159,0

4.4 Conclusões

O cultivo sombreado do cafeeiro arábica com a espécie leguminosa nativa *Platycyamus regnellii*, nas condições do presente estudo, resultou em efeitos benéficos às características químicas de solo e folhas, nos sistemas orgânico e convencional, concluindo-se ser mais sustentável que o cultivo a pleno sol.

Esta maior sustentabilidade técnica pode resultar em economia de fertilizantes e consequentemente em menores custos nas lavouras de café sombreado.

A influência positiva do sombreamento nas características químicas de solos e folhas foi superior no sistema orgânico do que no convencional.

A hipótese de que a utilização de uma espécie arbórea caducifólia no outono/inverno propicia uma maior ciclagem de elementos químicos e que isto resulta em maiores concentrações de nutrientes no solo e folhas das parcelas dos tratamentos sombreados é verdadeira para as condições experimentais do presente trabalho.

Referências

ABREU, C.A.; FERREIRA, M.E.; BORKERT, C.M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. van.; ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. 6, p. 125-150.

ALFONSI, E.L.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; FAZUOLI, L.C. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. **Bragantia**, Campinas, v. 64, p. 1-13, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE CAFEICULTURA ORGÂNICA DO BRASIL – ACOB. Comunicação Pessoal por Cristiano Ottoni, Diretor Superintendente da Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil, out. 2007.

BACCHI, M.A; FERNANDES, E.A.N. Quantu – design and development of a software package dedicated to k₀-standardized INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Dordrecht, v. 257, p. 577-582, 2003.

BLAINE, M.F. **Soil microbial ecology: applications in agricultural and environmental management**. 2nd Ed. New York: Marcel Dekker Press, 1992. 646p.

- CAMARGO, F.A.; SANTOS, G.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Genesis, 1999. 508p.
- CARDOSO, I.M.; MEER, P.V.; OENEMA, O.; JANSSEN, B.H.; KUYPER, T.W. Analysis of phosphorus by ³¹P NMR in oxisols under agroforestry and conventional coffee systems in Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v.112, p. 51-70, 2003.
- CHRISTENSEN, B.T.; JOHNSTON, A.E. Soil organic matter and soil quality- lessons learned from long-term field experiments at Askov and Rothamsted. In: GREGORICH, E.G., CARTER, M.R. (Ed.). **Soil quality for crop production and ecosystem health: developments in soil science**, v. 25. Amsterdam: Elsevier, 1997. p. 399-430.
- CLARKE, R.J.; MACRAE, R. **Coffee Agronomy**. Barking: Elsevier, 1985. 334p.
- COELHO, R.A.; SILVA, G.T.A.; RICCI, M.S.F.; RESENDE, A.S. Efeito de leguminosa arbórea na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, p. 21-27, 2006.
- CRUZ, P. Margens sob pressão na safra 2008/09. **Valor Econômico**, São Paulo, 01 Ago. 2008. Agronegócios.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Banco de dados climatológicos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpem.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2008.
- FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.) **Cultura do Cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fósforo, 1986. p. 275-301.
- FRANÇA, E.J.; FERNANDES, E.A.N.; BACCHI, M.A. Ni-Cr alloy as neutron flux monitor: composition and homogeneity assessment by INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Dordrecht, v. 257, p. 113-115, 2003.
- GROSSMAN, J.M. Exploring farmer knowledge of soil process in organic coffee systems of Chiapas, Mexico. **Geoderma**, Amsterdam, v. 111, p. 267-287, 2003.
- INSTITUTO BIODINÂMICO DE DESENVOLVIMENTO RURAL - IBD. Disponível em: <<http://www.ibd.com.br>, 2007>. Acesso em: 6 mar. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de climas do Brasil**. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2001. Mapa de climas. Escala: 1:5.000.000.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Statistics**. Disponível em: <<http://www.ico.org>>. Acesso em: 25 maio 2007.
- JORDAN, C.F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. Chichester: John Wiley, 1985. 200p.

- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KRUG, F.J. Pré-tratamento de amostras. In: WORKSHOP ON METHODS OF SAMPLE DECOMPOSITION. 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: CENA-USP, 1996. 106p.
- LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H. **Biogeochemistry of a forested ecosystem**. New York: Springer-Verlag, 1995. 160p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998. 222p.
- LOUREIRO, L.M.; LOTADE, J. Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 53, p. 129-138, 2005.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL S^{obrinho}, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 165-274.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**: colheitas econômicas máximas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.
- MALTA, M.R.; PEREIRA, R.G.F.A.; CHAGAS, S.J.R.; GUIMARÃES, R.J. Produtividade de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) em conversão para o sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 183-191, 2007.
- MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387 p.
- MILLS, H.A.; JONES, J.B. **Plant analysis handbook II**: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. MicroMacro Publishing, 1997. 422p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 36, p. 1953-1958, 1984.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.M. **Análise química de tecido vegetal**. Londrina: IAPAR, 1992. 17p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. Efeito do material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 411-416, 1993.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P.K.R.; Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 61, p. 281-295, 2004.

OLIVEIRA, E. **Ministro diz que impedirá cartelização de adubos**. Disponível em: <http://www.sulnews.com.br/ler.asp?id_noticia=10670>. Acesso em: 04 ago. 2008.

PEETERS, L.Y.K.; SOTO-PINTO, L.; PERALES, H.; MONTOYA, G.; ISHIKI, M. Coffee production, timber and firewood in traditional and *Inga*-shaded plantations in Southern Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 95, p. 481-493, 2003.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9.ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1990. 549p.

PRITCHETT, W.L.; FISHER, R.F. **Properties and management of forest soils**. Chichester: John Wiley, 1985. 512p.

RAIJ, B.van; QUAGGIO, O.C. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31p.

RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 185p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B. ; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-85.

SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; SZOTT, L.T., CUEVAS, E. And LAL, R. Organic input management in tropical agroecosystems. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. (Ed.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu-Hawaii, USA: University of Hawaii Press, 1989. 249p.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT Guide for personal computers**. 6th ed. Cary: SAS Institute, 1996. 1028p.

THEODORO, V.C.A. **Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001. 214p. Dissertação (Mestrado na área de Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2001.

5 CERTIFICAÇÃO NA CAFEICULTURA BRASILEIRA

Resumo

O mercado cada vez mais demanda produtos agrícolas certificados. Os países de primeiro mundo, principalmente, exigem em seus produtos informações sobre o processo produtivo e origem visando tanto sustentabilidade socioambiental como qualidade intrínseca do produto. O consumidor quer saber como seu alimento foi produzido e produtos certificados, de acordo com diferentes padrões, estão cada vez mais presentes nas prateleiras de supermercados do mundo todo. Na cafeicultura isto se repete, talvez sendo o setor agrícola nacional mais evoluído quanto à certificação, muito à frente de outros produtos agrícolas. Diferentes padrões de certificação estão presentes na cafeicultura brasileira hoje, os principais sendo Orgânico, *Fair Trade*, *Utz Kapeh* e *Rain Forest Alliance*. Entretanto, cada um destes padrões cobre diferentes aspectos e seus respectivos produtos chegam ao mercado com características distintas. Importante é a caracterização de cada certificação bem como a sua exposição aos produtores e consumidores para que tomem sua decisão de forma clara e consciente. A certificação de café no Brasil tem contribuído muito para consideráveis melhorias socioambientais no setor produtivo bem como na organização interna das propriedades. Capacitação e melhoria da qualidade de vida dos funcionários, avanços no sistema gerencial, redução na utilização de agroquímicos, aumento da biodiversidade e da eficiência do uso da água, além de agregação de valor ao produto, são os resultados mais significativos. A certificação na cafeicultura nacional continua em crescimento e seus benefícios, aos poucos, estão chegando à sociedade.

Palavras-chave: Certificação agrícola; Sustentabilidade; Cafés especiais; Mercado de café; Qualidade do café

5 COFFEE CERTIFICATION IN BRAZIL

Abstract

The market of certified agricultural products increases everyday. Developed countries demand information on the production system and the origin of the product concerning socioenvironmental sustainability and quality attributes. The consumer seeks to know how its food has been produced and certified products are daily more present at shops and supermarkets worldwide. In the coffee sector this also happens, and the Brazilian coffee is perhaps the most national developed agriculture sector regarding certification. Distinct coffee certification standards are present at the Brazilian coffee production, being the main ones: Organic, Fair Trade, Utz Kapeh and Rain Forest Alliance. However each of these standards considers distinct aspects of coffee production and its respective products are in the market with different characteristics. Characterization of each certification standard as well as its exposure to the producers and consumers is important so that they make their decision in a clear and conscious way. Coffee certification in Brazil has contributed to considerable socioenvironmental improvements in the production sector. Capacity building and life quality improvement of the workers, reduction in the use of agrochemicals, increase of biodiversity and of water use efficiency, besides aggregation of value to the coffee, are the most significant results. Coffee certification in Brazil is still growing and its benefits are reaching society.

Keywords: Agriculture certification; Sustainability; Specialty coffees; Coffee market; Coffee quality

5.1 Introdução

O mercado de cafés especiais, como orgânicos, *Fair trade*, *Utz Kapeh*, *Rain Forest Alliance*, *sombreados* e *gourmets*, está aumentando intensamente, seguindo tendência mundial de consumo de produtos responsáveis do ponto de vista socioambiental. De acordo com Ernesto Illy (2005), o consumo de cafés do tipo commodity cresce a taxas de 1,5% ao ano enquanto o de especiais a taxas de 12% ao ano. Os preços destes cafés no mercado nacional e internacional são mais atraentes para os produtores, como consequência da qualidade do produto, valorização de processos produtivos menos agressivos e menor oferta (RICCI; NEVES, 2004; CUNHA, 2006), gerando oportunidades de mercado para os cafeicultores dos países em desenvolvimento.

Movimentando mundialmente US\$ 70 bilhões por ano, o café é uma commodity agrícola de grande importância não só a países produtores, mas também a importadores, processadores e consumidores (LOUREIRO; LOTADE, 2005; CUNHA, 2006). É também, depois da água, a bebida mais popular, com consumo anual superior a 400 bilhões de xícaras (FERIA-MORALES, 2002). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café há 150 anos, com 38 milhões de sacas de 60 kg produzidas e 26 milhões de sacas exportadas na média dos anos de 2003 a 2007 (CONAB, 2007; ICO, 2007).

O Brasil sempre se posicionou no mercado de forma competitiva mais por volume e preço do que por qualidade. Entretanto, a partir da década de 90, o setor vem atuando fortemente, divulgando e comprovando a qualidade do café nacional o que ajudou a elevar o preço do café brasileiro e a aumentar as exportações e o consumo interno (ANBA, 2007). A certificação é um instrumento que contribui neste sentido.

Este trabalho tem como objetivo fornecer informações sobre as principais certificações de café existentes no Brasil: *Orgânica*, *Fair Trade*, *Utz Kapeh* e *Rain Forest Alliance*. Busca-se com isso atingir os setores produtivo, consumidor e científico, fornecendo características técnicas e mercadológicas destas certificações além de expor as diferenças entre elas e seus benefícios. Para tomar sua decisão, o produtor deve estar consciente das características e das possíveis vantagens

e desvantagens de cada certificação. Da mesma forma, o consumidor também deve conhecer os diferentes padrões de certificação do café, a fim de tomar uma decisão de forma clara e consciente.

A metodologia para levantamento das informações baseou-se na consulta a artigos científicos de revistas internacionais, reportagens de jornais, páginas da internet e revistas do setor de café e certificação agrícola, bem como comunicação pessoal com personalidades de referência do setor cafeeiro nacional.

5.2.1 Histórico da certificação na cafeicultura

Apesar de difícil acesso, os números mostram grande crescimento na comercialização de cafés certificados e especiais. O volume importado pela Europa de café *Fair Trade* em 2003 foi de 310.000 sacas de 60 kg, 17% superior a 2002. Os Estados Unidos importaram 140.000 sacas de 60 kg de cafés *Fair Trade* em 2003, volume 92% superior ao de 2002 (VILLALOBOS, 2004). O crescimento na importação de cafés orgânicos pelos Estados Unidos é impressionante, sendo que em 2005 a quantidade importada foi de 320.000 sacas de 60 kg, um crescimento de 23,5% em relação a 2004 (VILLALOBOS; GIOVANNUCCI, 2006). Em 2006, 20% do volume de café importado pelos Estados Unidos foi de cafés especiais, o que representou 40% do valor total das importações de café pelo país, comprovando o valor superior do produto deste padrão (RICE, 2007). Importante considerar que aproximadamente 50% dos cafés *Fair Trade* são também certificados orgânicos. Não há referências ainda quanto aos volumes de exportação e importação de cafés *Utz Kapeh* e *Rain Forest Alliance*.

Entre as certificações abordadas, a orgânica foi a primeira a ocorrer na cafeicultura brasileira. Há produtores exportando café orgânico certificado desde 1990. Esta certificação caminhou durante longo tempo como uma das únicas opções existentes (PEREIRA; BLISKA; ROCHA, 2006). Na última crise do café, de 2000 a 2004, muitos produtores iniciaram a conversão de suas lavouras para o sistema orgânico na expectativa de vender seu café a preços até 200% superiores, o que ocorreu com alguns produtores orgânicos. Contudo, alguns destes produtores entraram neste sistema somente com objetivos comerciais e não por ideologia ecológica, desistindo do sistema orgânico com a recuperação dos preços da commodity

(SCARAMUZZO, 2005). Por outro lado, a Fazenda Jacarandá, em Machado, sul de Minas Gerais, trabalha desde 1990 com produção orgânica de café, sendo seu objetivo principal inicial preservar a natureza e a qualidade de vida dos trabalhadores bem como eliminar os agrotóxicos. Atingir o exigente, remunerador e estável mercado japonês foi uma consequência. O importador torra o café no Japão e vende o produto com o nome da fazenda e fotos das pessoas envolvidas na produção, agregando valor à história da propriedade. Trata-se de uma relação onde os dois lados lucram, havendo uma dependência bilateral, em que o produtor depende do torrefador para a colocação de seu produto e o torrefador depende do fornecedor para continuar seu negócio (SAES, 2004). Esta não é uma relação de mercado *spot*. Há um vínculo de longo prazo entre as partes baseado na confiança.

A segunda certificação a existir no Brasil, foi a *Fair Trade*, em português Mercado Justo ou Mercado Solidário. O conceito *Fair Trade* existe desde o início dos anos 60 entre importadores europeus e pequenos produtores de países em desenvolvimento que visavam um comércio direto entre as partes, buscando melhores preços e ausência de atravessadores. O sistema de certificação propriamente dito surgiu em 1989, na Holanda, sob o nome de *Max Havelaar*, sendo o café o primeiro produto certificado (KILIAN et al., 2006). A *Fair Trade Labelling Organizations* (FLO), fundada em 1997, é uma associação de vinte entidades que representam a certificação *Fair Trade* nos seus respectivos países (FLO, 2007). Um dos projetos pioneiros de café *Fair Trade* no Brasil situa-se na cidade de Poço Fundo, sul de Minas Gerais. Em 1997, a associação iniciou suas atividades visando certificação orgânica e *Fair Trade* e passou a exportar seu café com estas certificações em 2003. Em 2004, a associação se transformou em Coopfam (Cooperativa dos agricultores familiares de Poço Fundo) para facilitar a comercialização. A Coopfam possui aproximadamente 200 produtores com áreas entre 0,5ha e 25ha e trabalha com cafés convencionais e orgânicos, ambos *Fair Trade*. Seu principal mercado é o norte americano, seguido de Inglaterra e outros países europeus (SAES; MIRANDA, 2007).

A certificação *Utz Kapeh* foi criada em 1997 por produtores de café da Guatemala junto com uma torrefação holandesa. É uma certificação que visa a produção responsável de café e seus parâmetros incluem manutenção de registros, uso minimizado e documentado de defensivos agrícolas, proteção de direitos trabalhistas e acesso à assistência e educação para os empregados e seus familiares (UTZ KAPEH, 2007). Esta certificação busca o grande mercado consumidor (VILLALOBOS, 2004).

A certificação *Rain Forest Alliance*, conhecida no Brasil como certificação socioambiental teve sua origem em 1998 por meio de uma coalizão de organizações não governamentais de oito países (Brasil, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Equador, Estados Unidos, Guatemala e Honduras). Seu objetivo é aliar conservação ambiental à produção de commodities agrícolas cultivadas nos países tropicais. Produtos como banana, cacau, flores, folhagens e frutas já se encontram certificados, mas o café é o que possui a maior área certificada bem como o maior crescimento (GONÇALVES, 2006).

5.2.2 Certificação de café no Brasil

O acompanhamento das unidades de produção pelas certificadoras é basicamente realizado da mesma forma para os padrões abordados. Constitui-se de um processo de auditoria em que uma empresa ou associação acreditada por normas nacionais e/ou internacionais acompanha o processo produtivo da unidade através de visitas e controle documental, visando o monitoramento dos insumos utilizados, técnicas de cultivo, produtividade, estoque, vendas, rastreabilidade, além de aspectos sociais e ambientais (CIO, 1997; HARADA, 2001; IBD, 2009).

5.2.3 Certificação orgânica

A certificação orgânica exige o cumprimento das leis federais e regionais como premissa básica. O diferencial desta certificação está na proibição do uso de agrotóxicos e de adubos químicos solúveis. Também é recomendado o aumento da diversidade vegetal nos plantios e a maior independência de insumos externos. O preenchimento de tabelas de controle dos insumos aplicados, colheita, estoque, vendas e apresentação de plano de manejo constituem documentação necessária ao processo de certificação orgânica permitindo o monitoramento do sistema bem como o controle e a rastreabilidade do produto. Para adquirir a certificação internacional de café são necessários três anos de manejo orgânico da lavoura, período que deve ser acompanhado pela certificadora orgânica (GROSSMAN, 2003; LOUREIRO; LOTADE, 2005; KILIAN et al., 2006). As certificadoras atuantes no Brasil trabalham de acordo com os padrões internacionais de

produção orgânica. Hoje existem três principais padrões de certificação orgânica internacional, o da União Européia baseado na lei 2092/91 da Comunidade Européia, o dos Estados Unidos, chamado *National Organic Program* (NOP) e controlado pelo *United States Department of Agriculture* (USDA) e o do Japão, *Japanese Agricultural Standards* (JAS) controlado pelo Ministério de Agricultura e Florestas do Japão (MAFF). A legislação brasileira para produtos orgânicos (Lei 10.831) foi recentemente aprovada através da Instrução Normativa do Mapa número 64 que oficializa o novo "Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal" publicado no Diário Oficial da União (DOU), dia 19 de dezembro de 2008. O Regulamento conta com 118 artigos, construído com base em uma intensa articulação nacional entre as instituições governamentais e as organizações não governamentais com atuação na produção orgânica (IBD, 2009). A certificação orgânica cobra aspectos sociais e ambientais de seus projetos, sendo que o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), única certificadora brasileira com credenciamento internacional, trabalha “da lei federal para cima”. Esta certificadora exige o registro dos funcionários e verifica se os vencimentos deles estão pelo menos dentro da lei, bem como exige projeto de adequação ao código florestal brasileiro, acompanhando a recuperação das áreas de preservação permanente e de reserva legal (ACOB, 2006).

5.2.4 Certificação *Fair Trade*

A certificação *Fair Trade* é destinada a pequenos produtores de café organizados em associações ou cooperativas. A característica principal é garantir um preço mínimo ao produtor. Um preço que cubra seus custos de produção e propicie melhorias na sua qualidade de vida, não ficando o produtor sujeito às oscilações do mercado. Além disto, há um prêmio que deve ser destinado a um projeto social escolhido pelo grupo de produtores, bem como estímulo a contratos de longo prazo e ajuda na obtenção de crédito (BACON, 2005; LOUREIRO; LOTADE, 2005; KILIAN et al., 2006; FERRAN; GRUNERT, 2007). O café *Fair Trade* pode ser cultivado de forma convencional ou orgânica, mas quando convencional deve respeitar uma lista de agroquímicos de uso proibido, visando maior segurança socioambiental. O preço mínimo a ser recebido pelo produtor é apresentado na Tabela 1 e está no site da FLO (FLO, 2007). Preços

superiores podem ocorrer de acordo com a qualidade do produto, cotação de bolsa e leis de mercado.

Tabela 1 - Preços mínimos de Café *Fair Trade* em centavos de US\$ por libra-peso F.O.B porto de origem

Tipo de Café	Preço Mínimo de Comércio Justo				Prêmio de Comércio Justo Convencional e orgânico
	Convencional		Orgânico		
	América Central, África e Ásia	América do Sul e Caribe	América Central, África e Ásia	América do Sul e Caribe	
Arábica lavado*	121	119	136	134	5
Arábica Não-Lavado	115	115	130	130	5
Robusta Lavado*	105	105	120	120	5
Robusta Não-Lavado	101	101	116	116	5

Fonte: FLO, 2007

*Café semi-lavado/cereja descascado é considerado café lavado

5.2.5 Certificação *Utz Kapeh*

A certificação *Utz Kapeh* busca principalmente responder a duas perguntas: (a) de onde veio o café e (b) como foi produzido este café. Portanto, enfatiza a rastreabilidade do produto e o monitoramento dos insumos utilizados, por meio de registros detalhados de transporte, manuseio e aplicação de defensivos agrícolas bem como rígido controle sobre as condições de colheita, pós-colheita e documentação destes processos. A questão socioambiental é também considerada sendo que agroquímicos proibidos pela União Européia, Estados Unidos e Japão devem ser abolidos na produção de café certificado. A utilização de equipamentos de proteção individual para aplicação de agroquímicos é uma exigência. Os agroquímicos utilizados devem ser registrados para o uso na cafeicultura e aplicados de acordo com as instruções do rótulo. Estimula-se a adoção de manejo integrado de pragas bem como a utilização de defensivos não químicos alternativos. O produtor deve gerir a água visando maior eficiência no seu uso e menor contaminação. Na área social, é grande a preocupação com saúde e segurança do trabalhador bem como seus direitos, educação e assistência médica. Quanto ao meio ambiente e vida selvagem, é proibido o desmatamento e há um estímulo ao aumento da biodiversidade na propriedade (UTZ KAPEH, 2007).

5.2.6 Certificação *Rain Forest Alliance*

A certificação *Rain Forest Alliance* visa critérios socioambientais bastante rígidos. Embora permita a aplicação de agroquímicos, exige a redução do volume aplicado bem como a não utilização de produtos muito tóxicos. Além destas duas exigências, consideradas críticas, há outros princípios que devem ser plenamente cumpridos para se obter a certificação. Alguns destes critérios são rastreabilidade bem estabelecida, programa de conservação dos ecossistemas, proibição da caça de animais silvestres, proibição da descarga de águas residuais sem tratamento em corpos de água e inexistência de discriminação nas políticas trabalhistas (GONÇALVES, 2007). O nome *Rain Forest* (“Floresta Tropical”) é dado ao café originado de propriedades que possuem áreas que são refúgios para a vida selvagem. Nos locais onde a vegetação natural é floresta, deve-se estabelecer e manter sombra permanente nos cafezais, com pelo menos 70 árvores por hectare e um mínimo de 12 espécies por hectare. No Brasil, a exigência de sombreamento não é cobrada, o que pode gerar uma forte crítica a esta certificação, uma vez que o café brasileiro *Rain Forest Alliance* é muito distinto dos cafés de outros países, originados de áreas sombreadas. O sombreamento talvez seja a principal característica desejada pelos consumidores de cafés com esta certificação e não se sabe se a informação quanto a não exigência deste critério para o café brasileiro chega ao consumidor. No Brasil, para a conservação dos ecossistemas, exige-se que 30% da área da propriedade seja destinada à manutenção da vegetação natural (RAIN FOREST ALLIANCE, 2008).

5.2.7 Mercado

O destino dos cafés certificados é certamente o mercado internacional. Fontes do setor concordam que aproximadamente 95% desse café seja destinado à exportação. Apenas o café orgânico apresenta volume considerável no mercado interno (PEREIRA; BLISKA; ROCHA, 2006). Preços de cafés certificados no mercado internacional são superiores aos de cafés commodities. Após o período de grave crise no setor (2000-2004), em que a commodity encontrava-se com preços muito baixos, a cotação da bolsa de Nova Iorque alcançou melhores patamares situando-se entre US\$ 0,95/lb e US\$ 1,40/lb no período de outubro de 2004 a março de

2008. Os prêmios para cafés orgânicos nacionais exportados mundialmente têm oscilado entre US\$ 0,30/lb a US\$ 1,0/lb, para cafés *Fair Trade* convencionais entre US\$ 0,30/lb a US\$ 0,40/lb, para cafés orgânicos e *Fair Trade* entre US\$ 0,40/lb e US\$ 1,0/lb, para cafés *Rain Forest Alliance* entre US\$ 0,10/lb a US\$ 0,40/lb e para cafés *Utz Kapeh* entre US\$ 0,05/lb e US\$ 0,15/lb. Estas variações possuem influência da qualidade dos grãos (bebida, defeitos, tamanho de grãos, etc), país e região de origem, leis de oferta e procura bem como país de destino (VILLALOBOS, 2004; ACOB, 2006; KILIAN et al., 2006; VILLALOBOS; GIOVANNUCCI, 2006). Em períodos de baixas cotações da commodity, o café orgânico chegou a ser vendido com preços até 250% superiores, podendo-se afirmar que a produção de café orgânico é vantajosa economicamente, principalmente, nos períodos de crise da commodity (SCARAMUZZO, 2005). O caso do *Fair Trade* segue a tendência do orgânico, uma vez que o preço mínimo passa a atuar como piso chegando-se a ágios de até 200%. Não se sabe ainda como se comportarão os preços dos cafés *Rain Forest Alliance* e *Utz Kapeh* em períodos de crise, uma vez que estas certificações são mais recentes no Brasil. Entretanto, é possível inferir que qualquer diferencial de preço ao produtor seja bastante significativo com baixos preços de café, podendo ser decisivo entre a permanência ou não no mercado.

5.2.8 Perfil dos produtores

A partir do exposto até aqui, associado aos dados da Tabela 2 a seguir, é possível dizer que cada certificação está mais direcionada a um perfil de produtor, estratificadas principalmente quanto ao tamanho da propriedade e volume de produção. As certificações orgânica e a *Fair Trade* estão mais vinculadas a pequenos e médios produtores com alta preocupação ambiental localizados em regiões propícias à qualidade. Talvez, por estes fatores, estas duas certificações agreguem mais valor ao seu produto do que as demais. As certificações *Utz Kapeh* e *Rain Forest Alliance* estão associadas a médios e grandes produtores que possuem boa organização e visão de mercado, objetivando agregar valor sem alterações consideráveis no seu manejo, mas sim através do reconhecimento de sua organização interna e de suas boas práticas de produção. O diferencial da certificação *Rain Forest Alliance* são as grandes áreas de preservação de matas em suas propriedades.

Tabela 2 - Tipos de certificação, área total em ha, sacas de 60 kg por certificação em 2006, números de projetos certificados (no caso de *Fair Trade*, cada projeto possui em média 40 propriedades) e produção média por propriedade em sacas de 60kg)

Certificação	Área em ha	Sacas de 60 kg safra 2006	Número de Projetos	Produção média/propriedade em sacas de 60kg
Orgânico ¹	6.000	65.000	100	650
<i>Fair Trade</i> ²	2.000	20.000	10 projetos = 400 propriedades	50
<i>Rain Forest Alliance</i> ³	9.703	300.000	12	25.000
<i>Utz Kapeh</i> ⁴	37.813	800.000*	91	8.790*

Fonte:

¹ Estimativa ao final da safra de 2006 fornecida pela ACOB (Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil)

² Estimativa ao final da safra de 2006 fornecida pela FLO (*Fair Trade labelling Organizations*)

³ Números oficiais fornecidos pela *Utz Kapeh* em janeiro de 2007. * Estimativa baseado na área total

⁴ Números oficiais fornecidos pelo Ima Flora (certificadora *Rain Forest Alliance* no Brasil) em novembro de 2006

5.3 Conclusões

A certificação orgânica atinge especialmente pequenos e médios produtores preocupados com preservação ambiental e diferenciação de seu produto. A certificação *Fair Trade* atinge este mesmo perfil, só que de micro e pequenos produtores organizados em associações e/ou cooperativas. Já a certificação *Rain Forest Alliance*, até o momento, aparece como uma alternativa a grandes produtores com ótima infraestrutura e alta produtividade. Estes produtores, geralmente, possuem acesso ao mercado internacional e talvez tenham entrado na certificação por constatarem o ágio e a pouca oferta do café nacional neste mercado. Além disso, têm como diferencial as grandes áreas de preservação de matas em suas propriedades. A certificação *Utz Kapeh* atinge médios e grandes produtores que possuem boa organização e visão de mercado, buscando agregar valor sem alterações consideráveis no seu manejo, promovendo o reconhecimento de sua organização interna e de suas boas práticas de produção.

É possível recomendar a certificação orgânica a pequenas, médias e grandes propriedades que tenham potencial de qualidade de grãos, estejam localizadas em regiões de baixa pressão de pragas e doenças e de boa fertilidade natural do solo. Estes são alguns fatores técnicos que permitirão o sucesso do projeto, além da ideologia ecológica do produtor.

A certificação *Fair Trade* é uma ótima opção para micro, pequenos e até médios produtores que tenham média (*Fair Trade* convencional) ou grande preocupação ambiental (*Fair Trade* orgânico) e que estejam organizados em associações ou cooperativas. Vale dizer que cada

vez mais o mercado demanda o café *Fair Trade* associado à certificação orgânica e que o ágio obtido pela dupla certificação é superior, enquanto o café *Fair Trade* convencional, em alguns casos, pode apresentar dificuldades de mercado (COOPFAM, 2007).

Um dos grandes atrativos à produção de café orgânico e de café *Fair Trade* é o preço médio mais estável ao longo do tempo, permitindo maior estabilidade ao produtor. Isto é resultante de altos diferenciais de preços ao produtor, obtidos principalmente nos períodos de crise da commodity.

As certificações *Rain Forest Alliance* e *Utz Kapeh* são recomendadas a médios e grandes produtores que possuam ou que visem ótima organização documental, política de recursos humanos bem estabelecida, ótimas condições sociais nas propriedades e boas práticas de produção. A certificação *Rain Forest Alliance* deve ser destinada a produtores que possuam grandes áreas de preservação vegetal nativa e também condições de reduzir constantemente a quantidade e a periculosidade dos agroquímicos utilizados. O maior ágio pago a cafés certificados *Rain Forest Alliance* em relação ao *Utz Kapeh* é, provavelmente, consequência desta maior exigência ambiental bem como da menor oferta de cafés brasileiros certificados *Rain Forest Alliance*. Com o aumento da produção de cafés *Rain Forest Alliance*, espera-se que o ágio diminua.

É grande a contribuição da certificação para a organização interna e melhorias socioambientais das propriedades. A capacitação e melhoria da qualidade de vida dos funcionários, melhoria do sistema gerencial, redução da utilização de agroquímicos, aumento da biodiversidade e da eficiência do uso da água são alguns dos resultados mais significativos atingidos. Além disso, as melhorias nas propriedades tendem a ser vistas como exemplos a serem seguidos por outros projetos, potencializando os resultados da certificação.

A certificação de café tem gerado consideráveis avanços nas regiões cafeeiras, rumo a uma maior sustentabilidade socioambiental da cafeicultura nacional.

Referências

- AGÊNCIA DE NOTÍCIAS BRASIL-ÁRABE - ANBA. A década mágica do café. **Agronegócios**. Disponível em: <<http://www.anba.com.br/especial.php?id=334>>. Acesso em: 20 fev. 2007.
- ASSOCIAÇÃO DE CAFEICULTURA ORGÂNICA DO BRASIL - ACOB. Comunicação Pessoal por Cristiano Ottoni, Diretor Superintendente da Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil, out. 2006.
- BACON, C. Confronting the coffee crisis: can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern Nicaragua? **World Development**, Amsterdam, v. 33, p. 497-511, 2005.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Safra Café**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/politica_agricola/SafraCafe/SafraCafe.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2007.
- CONSELHO INTERNACIONAL DO CAFÉ - CIO. **Análise agroeconômica do café cultivado organicamente ou café “orgânico”**. Londres: Junta Executiva, 1997. 19p.
- COOPERATIVA DE AGRICULTORES FAMILIARES DE POÇO FUNDO - COOPFAM. Comunicação Pessoal por Luiz Adauto de Oliveira, Presidente da Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo, ago. 2007.
- CUNHA, L.F. Lavoura gourmet. **Globo Rural**, Porto Alegre, v. 244, p. 54-58, 2006.
- FAIR TRADE LABELLING ORGANIZATIONS - FLO. Disponível em: <<http://www.fairtrade.net/>, 2007>. Acesso em: 05 mar. 2007.
- FERIA-MORALES, A.M. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**, Amsterdam, v. 13, p. 355-367, 2002.
- FERRAN, F.; GRUNERT, K.G. French fair trade coffee buyers purchasing motives: An exploratory study using means-end chains analysis. **Food Quality and Preference**, Amsterdam, v. 18, p. 218-229, 2007.
- GONÇALVES, E.T. A certificação socioambiental no Brasil e os cafés com o selo Rainforest Alliance. Café Point. **Certificação e Qualidade**. Disponível em: <<http://www.cafepoint.com.br/?actA=7areaID=32secaoID=88>, 2006>. Acesso em: 15 jan. 2007.
- GROSSMAN, J.M. Exploring farmer knowledge of soil process in organic coffee systems of Chiapas, Mexico. **Geoderma**, Amsterdam, v. 111, p. 267-287, 2003.
- HARADA, D.Y. Selo único ou biodiversidade na certificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., Piracicaba, 2001. **Resumos...** Piracicaba, 2001.

ILLY, E. Universidade Illy do Café. **Notícias**. Disponível em:

<<http://www.unilly.com.br/site/noticias.exibir.do?idNoticia=167>, 2005>. Acesso em: 25 jun. 2006.

INSTITUTO BIODINÂMICO DE DESENVOLVIMENTO RURAL – IBD. Disponível em:

<<http://www.ibd.com.br>, 2009>. Acesso em: 6 jan. 2009.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Statistics**. Disponível em:

<<http://www.ico.org>>. Acesso em: 25 maio 2007.

KILIAN, B.; JONES, C.; PRATT, L.; VILLALOBOS, A. Is sustainable agriculture a viable strategy to improve farm income in Central America? A case study on coffee. **Journal of Business Research**, Amsterdam, v. 59, p. 322-330, 2006.

LOUREIRO, L.M.; LOTADE, J. Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 53, p. 129-138, 2005.

PEREIRA, S.P.; BLISKA, F.M.M.; ROCHA, A.B.O. Situação atual da certificação de café no Brasil. Café Point. **Certificação e Qualidade**. Disponível em <<http://www.cafepoint.com.br/?actA=7&areaID=32&secaoID=88>, 2006>. Acesso em: 15 jan. 2007.

RAIN FOREST ALLIANCE. **Certification and Services**. Disponível em:

<http://www.rainforestalliance.org/agriculture/documents/SAN_SustainableAgricultureStandard%20February2008.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2008.

RICE, P. Oportunidades de mercado para cafés sustentáveis nos E.U.A.: o caso dos orgânicos e dos *fair trade*. In: SALVA, T.J.G.; GUERREIRO FILHO, O; THOMAZIELLO, R.A; FAZUOLI, L.C. (Ed.). **Cafés de qualidade**: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas-SP: Editora IAC, 2007. p.471-482.

RICCI, M.S.F, NEVES, M.C.P. **Cultivo do café orgânico**. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. 95p.

SAES, M.S.M. Evitando a queda da rentabilidade na produção agrícola: basta diferenciar? In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO - EnANPAD, Curitiba, 2004.

SAES, M.S.M.; MIRANDA, B.V. Fair Trade: conquistas e dilemas. Café Point. **Conjuntura de mercado**. Disponível em <<http://www.cafepoint.com.br/?actA=7&areaID=26&secaoID=64>, 2007>. Acesso em: 10 mar. 2007.

SCARAMUZZO, M. Alta do preço do café convencional afeta o avanço do orgânico. **Valor Econômico**, São Paulo, 01 Ago. 2005. Agronegócios.

UTZ KAPEH. Disponível em <<http://www.utzcertified.org/index.php>, 2007>. Acesso: em 22 fev. 2007.

VILLALOBOS, A. **Sustainable coffee, the market in Europe and in USA**. Sustainable Markets Intelligence Center (CIMS). Market Profile, Alajuela, Costa Rica, 2004.

VILLALOBOS, A.; GIOVANNUCCI, D. Acelerado crecimiento del café orgânico em EE.UU. **+Kfe Revista del Café Diferenciado**, Alajuela, v. 3, p. 9, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença da espécie arbórea *Platycomus regnellii*, leguminosa, nativa e caducifólia no período de dias curtos, foi tecnicamente benéfica aos cultivos orgânicos e convencionais de café arábica no sul do Estado de Minas Gerais.

Portanto, conclui-se que o sistema sombreado é mais sustentável que o sistema a pleno sol tanto sob os aspectos técnicos como ecológicos e que sua utilização deve ser estimulada para a região estudada.

Além de produzirem quantidade de café similar aos tratamentos a pleno sol, os tratamentos sombreados apresentaram, em geral, teores mais elevados de nutrientes nos solos, folhas e grãos além de melhor qualidade nos grãos, o que pode resultar, respectivamente, em economia de fertilizantes e maior agregação de valor, concluindo-se que o sistema sombreado tem um potencial maior de lucro/área.

Os teores mais elevados de nutrientes nos solos, folhas e grãos dos tratamentos sombreados são consequência da presença da espécie arbórea que propiciou maior ciclagem de nutrientes, menor lixiviação, menor erosão e maior volume de raízes do cafeeiro.

Além das vantagens técnicas obtidas aqui, o sombreamento oferece uma série de outros benefícios que podem resultar em ganhos econômicos, como redução de gastos com controle de espécies invasoras, melhoria das condições térmicas e hídricas da lavoura, maior fixação de C e N e potencial para obter receita com créditos de C.

Uma grande vantagem ambiental que o sistema sombreado com nativas oferece é a manutenção da biodiversidade dentro dos cultivos de café. A cafeicultura, maior causa do desmatamento da Mata Atlântica e que agora contribui também com o desmatamento do Cerrado, deve ter seu modelo de cultivo reformulado no que tange à manutenção da biodiversidade.

Num período em que predomina a preocupação com o meio ambiente, quando assuntos como manutenção da biodiversidade, código florestal brasileiro, disponibilidade de água e mudanças climáticas nunca antes foram tão discutidos, o café, maior responsável pelo desenvolvimento socioeconômico do centro sul do Brasil, oferece uma alternativa para a minimização dos efeitos maléficos da monocultura. Resta a nós, pesquisadores, extensionistas, governo, produtores, sociedade civil, setor privado e consumidores sabermos modificar este sistema.

O capítulo sobre as certificações de café conclui que a certificação é uma ferramenta que propicia a extensão das demandas socioambientais da sociedade ao sistema produtivo. Portanto, é de grande auxílio para o aumento da sustentabilidade na cafeicultura, existindo, como se pôde verificar, diversas certificações, cada uma com exigências distintas no que se refere a questões sociais e ambientais.

ANEXOS

ANEXO A – CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA DE CAFÉ

1 Introdução

A certificação do café orgânico é um processo necessário para aqueles que desejam produzir organicamente e vender seu produto no comércio formal. É um processo de auditoria, no qual uma entidade (associação, instituto, empresa, etc) credenciada por normas nacionais e/ou internacionais acompanha o processo produtivo de uma propriedade/empresa, através de visitas, monitoramento dos insumos utilizados, técnicas de cultivo, produtividade, estoque, vendas, rastreabilidade, além de aspectos sociais e ambientais.

Dentre as certificadoras atuantes no Brasil com credenciamento internacional, citam-se: Associação de Certificação Instituto Biodinâmico – IBD (única certificadora brasileira internacionalmente credenciada), a BCS Oiko Garantie (Alemã), IMO (Suíça), Ecocert (Francesa), FVO (Norte-americana), OIA (Argentina) e Skal (Holandesa). As certificadoras nacionais (AAOCERT, Minas Orgânica, ABIO, APAN, Chão Vivo e CMO) possuem reconhecimento local e seus certificados não permitem exportação do café com o selo orgânico.

Os principais padrões de certificação internacionais hoje são IFOAM, EEC 2092/91, NOP-USDA e JAS. No Brasil, a lei federal orgânica está em processo final de regulamentação.

IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements

A IFOAM é uma organização guarda-chuva para o movimento orgânico. Ela agrega mais de 750 organizações em 108 países. A IFOAM também fornece um sistema de garantia orgânico, apresentando padrões orgânicos próprios confiáveis e rígidos, que os certificadores credenciados devem seguir. Dentre as certificadoras atuantes no Brasil, apenas o IBD e a OIA oferecem este padrão de certificação, considerado o mais exigente dentro do padrão orgânico.

EEC 2092/91

A lei da comunidade europeia 2092/91 normatiza a produção, processamento e comercialização de orgânicos. Portanto, para que os produtos orgânicos de outros países sejam reconhecidos como tal na comunidade europeia, precisam estar certificados dentro da norma europeia.

USDA/NOP – National Organic Program

Esta é a lei para produção, processamento e comercialização de produtos orgânicos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

JAS – Japanese Agricultural Standards

O selo orgânico JAS confere certificação orgânica dentro dos padrões japoneses. Os padrões são definidos e monitorados pelo Ministério de Agricultura e Florestas do Japão (MAFF).

Legislação Brasileira

A legislação brasileira para produtos orgânicos (Lei 10.831) encontra-se em fase final de aprovação. Após 725 dias do encaminhamento para aprovação do Decreto que regulamenta a Lei dos Orgânicos ao Mapa, foi aprovado o Decreto n.º 6.323 de 27 de dezembro de 2007 que regulamenta a Lei n.º 10.831, publicada em 23 de dezembro de 2003. O Regulamento conta com 118 artigos, construído com base em uma intensa articulação nacional entre as instituições governamentais e as organizações não governamentais com atuação na produção orgânica. No momento, as Instruções Normativas complementares ao Regulamento aprovado estão sob consulta pública.

2 Considerações gerais

A certificação orgânica trabalha da “lei para cima”, ou seja, o projeto deve estar dentro das leis locais e, então, se aplicam as exigências diferenciadas para o processo orgânico. No que se refere a questões trabalhistas, o projeto tem de estar cumprindo as leis locais e as normas sociais baseadas nos acordos internacionais do trabalho para ser certificado. A respeito do cumprimento do código florestal brasileiro, os projetos que não estão de acordo com o código podem ser certificados orgânicos desde que apresentem plano de recomposição das áreas, incluindo data de início e data final.

Os agroquímicos e adubos químicos solúveis são proibidos. O manejo do solo deve promover maior atividade biológica e maior ciclagem de nutrientes. Como exemplo, com o cultivo de adubos verdes/plantas companheiras e espécies arbóreas atinge-se uma maior taxa de

ciclagem de nutrientes, absorvendo nutrientes de profundidades do solo que não estariam disponíveis somente com o cultivo do café.

Visa-se maior equilíbrio ambiental e nutricional, o que resulta em menor suscetibilidade a pragas e doenças. Como exemplo, o aumento da biodiversidade vegetal propicia maior número de inimigos naturais do bicho mineiro e as aplicações de silício promovem fortalecimento da parede celular. Ambos os exemplos resultarão em menor necessidade de controle curativo através de insumos orgânicos.

A seguir, apresenta-se uma descrição *das diretrizes gerais/básicas do IBD, que agregam normas EEC 2092/91, NOP-USDA e JAS, de produção, processamento e comercialização para café orgânico*. Informações mais detalhadas podem ser obtidas através do site do IBD (www.ibd.com.br) o qual disponibiliza as diretrizes de forma completa:

3 Produção

Importante deixar claro que deve-se sempre consultar a certificadora antes de utilizar um insumo, sendo este certificado ou não, a fim de evitar possíveis transtornos. Há uma grande oferta de insumos certificados e uma oferta maior ainda de insumos não certificados para os produtores orgânicos. Os fornecedores/vendedores de insumos sempre dizem que o uso do insumo é permitido para orgânico, mas muitas vezes estes não o são, ou são permitidos somente para uma legislação específica (Japão) e proibido para outra (Europa).

3.1 Insumos permitidos

3.1.1 Adubação

- Compostos orgânicos comerciais ou próprios, húmus de minhoca, esterco animal, rochas moídas sem receber tratamento químico, tortas vegetais, farinha de sangue e micronutrientes, preferencialmente na forma de sulfatos.

A certificadora monitora as quantidades de N (e eventualmente de P e K), visando menores perdas de nutrientes e contaminação das águas. Assim, doses muito elevadas de N não devem ser aplicadas de uma só vez. Há um limite de 170 kg de N/ha/ano, negociável em função da necessidade da lavoura, podendo-se eventualmente até dobrar este valor. Deve se também exigir dos fornecedores de adubos os teores de metais pesados, visando identificar se estão dentro

dos padrões internacionais orgânicos e se, portanto, podem ou não ser utilizados.

3.1.2 Defensivos (inseticidas/fungicidas/formicidas)

São permitidos para prevenção ou como curativos os extratos de plantas como neen, macieira (produto *Macex*), timbó (produto Rotenat – no Japão é proibido), extratos animais (produto *fishfertil*) e minerais (*Rocksil*, *Viça Café Plus*) e micronutrientes (à base de cloro não são permitidos, devem-se utilizar as fórmulas a base de sulfato).

3.1.2 Sementes/mudas

As mudas de café devem ser preferencialmente orgânicas. Caso isto não seja possível, a área de plantio passa por período de conversão (18 meses para mercado interno e 36 meses para mercado externo). Como a primeira safra ocorre com aproximadamente 30 meses de plantio, já poderá ser comercializada como orgânica, desde que o restante do manejo esteja documentado, acompanhado e aprovado pela certificadora. No caso de um replantio significativo com mudas convencionais em área já com produção orgânica, deve-se contatar a certificadora a fim de tomar as devidas medidas (Ex: declaração do fornecedor de mudas de que estas não receberam agroquímicos, etc). Caso o produtor faça plantio anual consorciado ao café, as sementes deste cultivo não poderão ser tratadas.

3.2 Erosão/conservação do solo

Deve-se ter cuidado especial em relação a este ponto, mantendo solo coberto, curvas de nível, estradas/carreadores bem conservados, etc.

3.3 Equipamentos

Os equipamentos (pulverizador, carretas, grade, etc) para manejo do café orgânico devem ser exclusivos para orgânico. Caso sejam utilizados também em áreas convencionais, o produtor deve apresentar um plano de limpeza e documentação de controle da limpeza.

3.4 Distância em relação a cultivos convencionais

Deve haver uma distância mínima de 20 metros em relação à produção convencional. Caso haja barreira de proteção (barreira eficiente de cana/bananeira/napie ou outra que evite a

deriva e a erosão laminar de agroquímicos), a distância pode ser reduzida a 10 metros. Para ambos os casos, o inspetor do IBD deve avaliar localmente a situação e exigir maior ou menor distância de acordo com o diagnóstico. Para casos onde há pulverização aérea nas áreas limítrofes, as distâncias de segurança sobem para, pelo menos, 100 metros.

3.5 Uso de água e possibilidade de contaminação

O uso de água para irrigação deve seguir a lei local.

Deve-se atentar para a origem da água de irrigação, água para lavagem do café e água para consumo humano. Ou seja, esta água não pode se originar nem passar por bacias que apresentem a possibilidade de contaminação com agroquímicos e/ou biológica. Caso seja diagnosticado a campo um possível risco de contaminação através desta água e não houver opção viável de água limpa, deve-se coletar água da origem duvidosa para análise de resíduos de agroquímicos/biológica.

3.6 Produção paralela

A produção de café orgânico e café convencional na mesma unidade de produção (produção paralela) pode coexistir por até 5 anos. Durante esta coexistência, deve existir depósito para insumos orgânicos claramente distinto do convencional e identificado. Caso o projeto opte por continuar a produção de ambos os sistemas de café, deve-se formalizar o desmembramento das áreas, seja através de escrituras distintas ou através de documento de arrendo. Ver mais abaixo os cuidados necessários para colheita e pós-colheita em unidades que possuem café orgânico e convencional.

4 Colheita, secagem e armazenamento

4.1 Sacaria

A sacaria utilizada para colheita deve ser exclusiva para café orgânico.

4.2 Transporte

As carretas para transporte do café orgânico colhido para a unidade de pós-colheita devem ser exclusivas para café orgânico. Caso também sejam utilizadas para colheita de cafés

convencionais, não é permitido carregar na mesma viagem café orgânico e café convencional, além de ser necessário que o produtor apresente um plano de limpeza e documentação de controle da limpeza.

4.3 Secagem de café

O local para secagem/terreiro de café deve ser exclusivo para o café orgânico. Caso seja utilizado para orgânico e convencional, deve haver documentação de controle de secagem distinta dos lotes, preferencialmente secos em períodos e locais bem distintos para orgânico e convencional associado à documentação de rastreabilidade. Caso utilize-se de secador de café para café orgânico e convencional, as secas devem ser realizadas de forma bastante distinta além de proceder a uma limpeza do secador antes de entrar com o lote orgânico.

Quando há produção orgânica e convencional na mesma propriedade, o recomendado é realizar toda a colheita de um sistemas antes de iniciar o outro, minimizando ao máximo os riscos de mistura e facilitando o controle dos pontos críticos.

4.4 Armazenagem do café em coco/pergaminho

As tulhas de armazenagem de café devem ser exclusivas para orgânico. Caso haja produção de café convencional e orgânico, as tulhas devem ser muito bem identificadas e deve haver documentação detalhada das datas de entrada e saída nas tulhas (rastreabilidade).

5 Documentação para produção e colheita

Tal documentação deve estar disponível para a certificadora no momento da inspeção/pré-inspeção ou, eventualmente, em outro período quando solicitado pela certificadora e deve constar do seguinte:

- Registro de controle de todos os insumos comprados mais as notas fiscais destas compras.
- Registro/tabela de controle das aplicações de todos os insumos e de outras atividades de manejo como roçadas, capinas, etc.
- Plano de manejo, descrevendo a quantidade de insumos a serem utilizados, as técnicas para controle de pragas/doenças, manejo de espécies invasoras, manejo da fertilidade do solo, cuidados na colheita, pós-colheita e rastreabilidade dos lotes produzidos.

- Mapa com identificação das lavouras, matas, infraestrutura e divisas.
- Documentação que comprove a situação legal da terra, como ITR ou contrato de arrendamento.
- Tabela de histórico das áreas nos últimos 3 anos, incluindo todos os insumos utilizados no períodos em todos os talhões.
- Registro/controlado de colheita, estoque e vendas permitindo visualizar a total rastreabilidade dos lotes produzidos, estocados e comercializados.
- Para o Japão, há algumas exigências extras como (i) descrição dos procedimentos e regulamentos internos, (ii) grading (controle interno da qualidade dos produtos, com uma pessoa responsável pela aprovação e rotulagem de cada lote), (iii) registro interno de reclamações/problemas e (iv) controle da quantidade de sacaria que contenha identificação JAS.

6 Processamento na unidade produtiva (benefício e rebenefício)

6.1 Equipamentos

O maquinário deve ser exclusivo para café orgânico. Caso seja compartilhado com café convencional, deverá haver um plano de limpeza e documentação de controle da limpeza.

6.2 Sacaria

A sacaria deve ser exclusiva e identificada com logo da certificadora e/ou nome do projeto mais o termo “orgânico”.

7 Transporte para armazém ou venda

7.1 Veículo/Container

O transporte deve ser feito em caminhão/container exclusivo para café orgânico ou com plano de limpeza/segregação e documentação de controle da limpeza.

7.2 Sacaria

O transporte deve ocorrer em sacarias exclusivas e identificadas com logo da certificadora e/ou nome do projeto mais o termo “orgânico”.

8 Armazém/rebenefício e torrefação

8.1 Local

O local de armazenagem do café orgânico deve ser exclusivo ou separado e claramente demarcado e identificado.

8.2 Equipamentos

O maquinário deve ser exclusivo para café orgânico. Caso seja compartilhado com café convencional, deverá haver um plano de limpeza e documentação de controle da limpeza.

8.3 Sacaria

A sacaria deve ser exclusiva e identificada com logo da certificadora e/ou nome do projeto mais o termo “orgânico”.

9 Documentação para armazém/rebenefício e torrefação

A documentação deve incluir controle de entrada, controle de processamento, controle de estoque, fluxograma de produção, capacidades operacionais dos equipamentos, plano de limpeza, controle de limpeza dos equipamentos, plano de controle de pragas, plano de boas práticas de fabricação (torrefação), planta baixa com identificação dos equipamentos, controle de saída e/ou vendas e controle de sacarias/embalagens.

10 Documentação para venda

- Apresentação do certificado anual orgânico que atesta que o projeto está certificado.
- Nota fiscal contendo o nome “orgânico” e o número dos lotes comercializados.
- Apresentação do Certificado de transação ao comprador. Trata-se de documento essencial emitido pela certificadora a partir da NF de venda/invoice mais rastreabilidade do lote/lotos vendidos. Este certificado atesta que o lote comercializado é orgânico (que o projeto não possui pendências grandes e que continua certificado). Na maioria dos casos, o comprador só paga após o recebimento do certificado de transação original.

11 Ambiental

- Estar de acordo com o código florestal brasileiro ou com projeto escrito e em andamento.
- Manejo racional da água.
- Proibido a caça.
- Cumprir as normas/leis federais/estaduais/municipais.
- Outorga de água para irrigação ou estar de acordo com a lei local
- Avaliação do risco de contaminação da água de irrigação e lavagem do café: Caso haja risco, realizar análise de agroquímicos.

12 Social

- Todos os funcionários devem estar registrados.
- Deve haver boas condições de moradia.
- Acesso a escola, hospital, compras.
- O salário dos funcionários deve ser igual ou superior ao definido pelo sindicato regional.
- O projeto deve obedecer às normas sociais baseadas nos acordos internacionais do trabalho, respeitando os direitos dos trabalhadores e não utilizando mão-de-obra infantil.

13 Início do processo orgânico e período de conversão

Para o projeto se certificar, o produtor deve entrar em contato com a certificadora e preencher um cadastro inicial com informações básicas do projeto (nome da propriedade, pessoa responsável pelo projeto, área da propriedade, área de café, etc). A partir deste cadastro a certificadora desenvolverá uma proposta comercial e enviará ao produtor. Uma vez efetivada a proposta comercial, o projeto realiza a matrícula na certificadora, recebe seu código e agenda a primeira visita/inspeção. O prazo de conversão para o café orgânico começa a contar a partir da data desta primeira visita do inspetor à unidade produtiva a ser certificada. O produtor pode também solicitar formalmente uma “redução no período de conversão” que se baseada em documentação sólida sobre o histórico da área anterior a primeira visita, pode ser acatada pela certificadora.

O período de conversão para culturas perenes é de 18 meses para o mercado interno é 36 meses para mercado externo. Ou seja, para o produtor exportar seu café orgânico, precisa de, pelo menos, 36 meses de manejo orgânico comprovado e aceito pela certificadora.

ANEXO B

REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E DE QUALIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ BENEFICIADO GRÃO CRU

1. Objetivo: o presente Regulamento tem por objetivo definir as características de identidade e de qualidade para a classificação do Café Beneficiado Grão Cru.

2. Definição do Produto: entende-se por Café Beneficiado Grão Cru o endosperma do fruto de diversas espécies do gênero Coffea, principalmente Coffea arabica e Coffea canephora (robusta ou conillon).

3. Conceitos: para efeito deste Regulamento, considera-se.

3.1. Umidade: percentual de água encontrado na amostra do produto, a qual deverá se apresentar isenta de matérias estranhas e impurezas.

3.2. Matéria estranha: detritos vegetais não oriundos do produto, grãos ou sementes de outras espécies e corpos estranhos de qualquer natureza, tais como pedras ou torrões.

3.2.1. Pedra ou torrão: qualquer pedra ou torrão, de diferentes tamanhos, oriundos da variação ou de fragmentos do piso do terreiro.

3.3. Impureza: casca, pau e outros detritos provenientes do próprio produto.

3.3.1. Casca: fragmento de casca seca do fruto do cafeeiro, de diversos tamanhos, provenientes da má regulação da máquina de beneficio;

3.3.2. Pau: fragmento do ramo de cafeeiro.

3.4. Grão preto: grão ou pedaço de grão de coloração preta opaca.

3.5. Grão ardido: grão ou pedaço de grão que apresenta a coloração marrom, em diversos tons, devido à ação de processos fermentativos.

3.6. Grão preto-verde: grão preto que se apresenta brilhante devido à aderência da película prateada.

3.7. Grão verde: grão imaturo, com película prateada aderida, com sulco ventral fechado e de coloração verde em tons diversos.

3.8. Marinheiro: grão que, no beneficio, o pergaminho não foi total ou foi parcialmente retirado.

3.9. Quebrado: pedaço de grão, de forma ou tamanho variável.

3.10. Concha: grão em forma de concha, resultante da separação de grãos imbricados oriundos da fecundação de dois óvulos em uma única loja do ovário.

3.11. Coco: grão que não teve a casca retirada no beneficiamento.

3.12. Miolo de concha: grão plano e pouco espesso, resultante da separação de grãos imbricados oriundos da fecundação de dois óvulos em uma única loja do ovário. e

3.13. Grão mal granado: grão com formação incompleta apresentando-se com pouca massa e, às vezes, com a superfície enrugada.

3.14. Grão esmagado: grão que se apresenta com a forma alterada devido ao esmagamento.

3.15. Grão brocado: grão danificado pela broca do café, apresentando um ou mais orifícios limpos ou sujos, podendo ser:

3.15.1. Brocado sujo: grão ou pedaço de grão danificado pela broca do café que se apresenta com partes pretas ou azuladas;

3.15.2. Brocado rendado: grão ou pedaço de grão danificado pela broca do café que se apresenta com três ou mais furos e sem partes pretas;

3.15.3. Brocado limpo: grão ou pedaço de grão danificado pela broca do café que se apresenta com até três furos e sem partes pretas.

3.16. Grão triângulo: grão de formato triangular por ter se desenvolvido no fruto três ou mais sementes.

3.17. Grão grinder: grão quebrado que vazar nas peneiras inferiores à peneira 14 (14/64"), com pelo menos 2/3 de grãos inteiros.

3.18. Café cabeça: grão composto por dois grãos imbricados, oriundos da fecundação de dois óvulos em uma única loja do ovário.

Não será considerado defeito, a menos que se separe, dando origem à concha e ao miolo de concha.

3.19. Café melado (peliculado): grão perfeito, tendo entretanto, a película do espermoderma aderida devido a fatores climáticos e coloração marrom, ligeiramente avermelhada.

3.20. Grão pálido: grão que se apresenta com coloração amarelada, destoando na amostra, após a mesma ter sido submetida à "Torração Americana".

4. Classificação: o Café Beneficiado Grão Cru será classificado em CATEGORIA, SUBCATEGORIA, GRUPO, SUBGRUPO, CLASSE e TIPO, segundo a espécie, formato do grão e a granulometria, o aroma e o sabor, a bebida, a cor e a qualidade, respectivamente.

4.1. Categoria: de acordo com a espécie a que pertença, o Café Beneficiado Grão Cru será classificado em 2 (duas) categorias:

4.1.1. Categoria 1: café proveniente da espécie *Coffea arabica*;

4.1.2. Categoria II: café proveniente da espécie *Coffea canephora*.

4.2. Subcategoria: o Café Beneficiado Grão Cru, segundo o formato do grão e a sua granulometria, será enquadrado em 2 (duas) subcategorias:

4.2.1. Chato: constituída de grãos com superfície dorsal convexa e a ventral plana ou ligeiramente côncava, com a ranhura central no sentido longitudinal.

4.2.1.1. O Café Beneficiado Grão Cru da Subcategoria Chato, de acordo com o tamanho dos grãos e a dimensão dos crivos circulares das peneiras que os retêm, será classificado em:

4.2.1.1.1. Chato graúdo: peneiras 19/18 e 17;

4.2.1.1.2. Chato médio: peneiras 16 e 15;

4.2.1.1.3. Chato miúdo: peneira 14 e menores.

4.2.2. Moca: constituída de grãos com formato ovóide, também com ranhura central no sentido longitudinal.

4.2.2.1. O Café Beneficiado Grão Cru da Subcategoria Moca, de acordo com o tamanho dos grãos e a dimensão dos crivos oblongos das peneiras que os retêm, será classificado em:

4.2.2.1.1. Moca graúdo: peneiras 13/12 e 11;

4.2.2.1.2. Moca médio: peneira 10;

4.2.2.1.3. Moca miúdo (moquinha): peneira 9 e menores.

4.2.3. Quando o Café Beneficiado Grão Cru não for sub-metido à separação em peneiras, ou quando submetido se enquadre em quatro ou mais peneiras, será considerado BICA CORRIDA (B/C).

4.2.4. Na classificação por peneiras, o vazamento máximo admissível para cada peneira será de 10%, sendo que vazamento superior a esse valor caracterizará a ocorrência de outra peneira, abaixo da que o originou, no lote em análise.

4.3. Grupo: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com o aroma e o sabor, será classificado em 2 (dois) grupos. O sabor e o aroma serão definidos por meio da prova de xícara.

4.3.1. GRUPO I - Arábica.

4.3.2. GRUPO II - Robusta.

4.4. Subgrupo: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com a bebida e com o grupo a que pertença, será classificado em 07 (sete) Subgrupos do Grupo I e 4 (quatro) Subgrupos II, assim discriminados:

4.4.1. Bebidas Finas do Grupo I - Arábica.

4.4.1.1. Estritamente mole: café que apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor "mole", porém mais acentuado;

4.4.1.2. Mole: café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado;

4.4.1.3. Apenas mole: café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar;

4.4.1.4. Duro: café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos.

4.4.2. Bebidas Fenicadas do Grupo I - Arábica.

4.4.2.1. Riado: café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio;

4.4.2.2. Rio: café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio;

4.4.2.3. Rio Zona: café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar.

4.4.3. Bebidas do Grupo II - Robusta.

4.4.3.1. Excelente: café que apresenta sabor neutro e acidez mediana;

4.4.3.2. Boa: café que apresenta sabor neutro e ligeira acidez;

4.4.3.3. Regular: café que apresenta sabor típico de robusta sem acidez;

4.4.3.4. Anormal: café que apresenta sabor não característico ao produto.

4.5. Classe: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com a coloração do grão, será classificado em 8 (oito) classes:

4.5.1. Verde Azulado e Verde Cana: cores características do café despolpado ou degomado;

4.5.2. Verde: café que apresenta grão de coloração verde e suas nuances;

4.5.3. Amarelada: café que apresenta grão de coloração amarelada, indicando sinais de envelhecimento do produto;

4.5.4. Amarela;

4.5.5. Marrom;

4.5.6. Chumbado;

4.5.7. Esbranquiçada

4.5.8. Discrepante: mistura de cores oriundas de ligas de safras ou cores diferentes.

4.6. Tipo: o Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com o percentual de defeitos e matérias estranhas e impurezas, será classificado conforme o estabelecido nos Quadros 1, 2 e 3 deste Regulamento.

5. Umidade

5.1. Independente de sua classificação, os teores de umidade do Café Beneficiado Grão Cru não poderão exceder os limites máximos de tolerância de 12,5% (doze e meio por cento).

6. Matérias estranhas e impurezas

6.1. O percentual máximo de matérias estranhas e impurezas permitido no Café Beneficiado Grão Cru será de 1% (um por cento). Excedendo esse valor, o produto será desclassificado temporariamente, sendo impedida a sua comercialização até o rebeneficiamento

para enquadramento em tipo.

7. Fora de Tipo: será classificado como Fora de Tipo o Café Beneficiado Grão Cru que apresentar:

7.1. Os percentuais de ocorrência de defeitos excedendo aos limites máximos de tolerância estabelecidos nos quadros deste Regulamento;

7.2. Mais de 50 grãos pretos ou mais de 100 grãos ardidos ou mais de 100 grãos preto verde;

7.3. Mais de 300 defeitos, excetuando-se os grãos quebrados, mal granados, conchas, miolos de concha e os brocados limpos;

7.4. O produto classificado como Fora de Tipo não poderá ser comercializado e internalizado como tal, devendo ser:

7.4.1. Rebeneficiado, desdobrado e recomposto, para efeito de enquadramento em Tipo;

7.4.2. Reensacado e remarcado, para efeito de atendimento às exigências deste Regulamento.

8. Desclassificado

8.1. Será Desclassificado temporariamente e proibida a sua comercialização, até o rebeneficiamento, o Café Beneficiado Grão Cru que apresentar mais de 1% (um por cento) de matérias estranhas e impurezas.

8.2. Será Desclassificado temporariamente, e proibida a sua comercialização e internalização, até o expurgo, o Café Beneficiado Grão Cru que apresentar insetos vivos.

8.3. Será Desclassificado o Café Beneficiado Grão Cru que apresentar uma ou mais das características indicadas abaixo, sendo proibida a sua comercialização e internalização para consumo humano e animal:

8.3.1. Aspecto generalizado de mofo;

8.3.2. Mau estado de conservação;

8.3.3. Odor estranho de qualquer natureza, impróprio ao produto.

8.3.4. Resíduos de produtos fitossanitários, teor de micotoxinas e outros contaminantes ou substâncias nocivas à saúde acima do limite estabelecido por legislação específica vigente;

8.3.5. Presença de sementes tóxicas.

8.3.6. Somente será permitida a utilização do produto desclassificado, para outros fins, após ouvido o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

8.3.7. O Serviço de Classificação deverá comunicar imediatamente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento sobre a ocorrência de produto desclassificado, para as providências cabíveis junto ao setor técnico competente.

8.3.8. Caberá ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a decisão quanto ao destino do produto desclassificado, podendo para isso articular-se, quando couber, com outros órgãos oficiais.

8.3.9. No caso específico da permissão ou autorização de utilização do produto desclassificado para outros fins, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento deverá estabelecer ainda todos os procedimentos necessários ao acompanhamento do produto até a sua completa desnaturação, cabendo ao proprietário do produto ou ao seu preposto, além de arcar com os custos pertinentes a operação, ser o seu fiel depositário e responsável pela inviolabilidade e indivisibilidade do lote em todas as fases de manipulação, imputando-lhe as ações civis e penais cabíveis, em caso de irregularidades ou de uso não autorizado do produto nestas condições.

9. Embalagem

9.1. As embalagens utilizadas no acondicionamento do Café Beneficiado Grão Cru poderão ser de material natural, sintético ou outro material apropriado.

9.2. Dentro de um mesmo lote será obrigatório que todas as embalagens sejam do mesmo material e tenham idêntica capacidade de acondicionamento.

9.3. As especificações quanto á confecção e à capacidade das embalagens devem estar de acordo com legislação específica vigente.

10. Marcação ou rotulagem

10.1. Não será exigida nenhuma marcação ou rotulagem relativa à sua classificação, entretanto, deverá o produto estar acompanhado do seu respectivo Certificado de Classificação.

11. Amostragem

11.1. Previamente à amostragem, deverão ser observadas as condições gerais do lote do produto e, em caso de verificação de qualquer anormalidade, tais como: presença de insetos vivos ou a existência de quaisquer das características de desclassificação (odor estranho, mau estado de conservação, aspecto generalizado de mofo, entre outras), adotar os procedimentos específicos previstos neste Regulamento.

11.2. A amostragem deverá ser realizada por furação ou calagem, sendo os sacos tomados inteiramente ao acaso, em no mínimo de 10% do lote, mas sempre representando a expressão média do lote numa quantidade mínima de 30g (trinta gramas) de cada saco.

11.3. As amostras assim extraídas serão homogeneizadas, reduzidas e acondicionadas em no mínimo 3 (três) vias, com peso de no mínimo 1kg (um quilograma) cada, devidamente identificadas, lacradas e autenticadas.

11.4. Será entregue 01 (uma) via para o interessado, 02 (duas) ficarão com a pessoa jurídica responsável pela classificação e o restante da amostra será obrigatoriamente recolocado no lote ou devolvido ao detentor do produto.

11.5. A amostra para efeito de classificação (amostra de trabalho) será de 300g (trezentos gramas), obtida após homogeneização e quarteamento de uma das duas amostras destinadas a pessoa jurídica responsável pela classificação, ficando a outra como contraprova.

12. Roteiro de Classificação

12.1. Verificar primeiramente, de forma cuidadosa, se na amostra há presença de insetos vivos e se o Café Beneficiado Grão Cru apresenta uma ou mais características desclassificantes. Caso se constate alguma situação, o classificador deverá tomar as providências contidas no item 8.2 e 8.3 deste Regulamento.

12.2. Se o produto estiver em condições de ser classificado, deve-se homogeneizar a amostra destinada à classificação, reduzi-la pelo processo de quarteamento até a obtenção da amostra de trabalho, ou seja:

300g (trezentos gramas) pesada em balança digital previamente aferida.

12.3. Verificar o aspecto do produto, identificar a característica de seca e a classe do produto, anotando o resultado no laudo.

12.3.1. A informação da característica de preparo deverá ser prestada pelo interessado e anotada no laudo.

12.4. Efetuar a separação das matérias estranhas e impurezas presentes na amostra. Pesá-las, anotando no laudo o peso e o percentual encontrado. Constatando-se um percentual superior ao estabelecido no item 6.1, desclassificar temporariamente o produto.

12.5. Do restante da amostra destinada á classificação, deve-se obter, ainda pelo processo de quarteamo, 01 (uma) subamostra destinada à determinação da umidade, da qual se retirará, quando houver, as matérias estranhas e impurezas. O peso da subamostra deverá estar de acordo com as recomendações do fabricante do equipamento utilizado para verificação da umidade. Uma vez verificada a umidade, deve-se anotar o valor encontrado no laudo.

12.6. De posse da amostra de trabalho, isenta de matérias estranhas e impurezas, separar os defeitos, observando os seguintes aspectos:

12.6.1. Quando for verificada a incidência de dois ou mais defeitos em um mesmo grão, prevalecerá o de maior gravidade, de acordo com a seguinte escala decrescente: preto; ardido; preto verde; concha; mal granado; verde; quebrado.

12.7. Anotar no laudo os defeitos encontrados na amostra.

12.8. Agrupar os defeitos observando aqueles que apresentam a mesma equivalência estabelecida nos quadros deste Regulamento.

12.9. Nas matérias estranhas e impurezas, separar as cascas, os paus, as pedras e os torrões, efetuar a contagem, anotar no laudo e estabelecer a equivalência de defeitos de acordo com os quadros deste Regulamento.

12.10. Efetuar a soma dos defeitos e enquadrar o produto em tipo de acordo com os parâmetros estabelecidos nos Quadros deste Regulamento, anotando o resultado no laudo.

12.11. Determinar a Categoria do Café Beneficiado Grão Cru, de acordo com a espécie a que pertence o Produto, e anotar no seu respectivo campo no laudo.

12.12. Determinação da Subcategoria: para a determinação da Subcategoria do produto, deverá adotar o seguinte procedimento:

12.12.1. Quartear novamente a amostra de trabalho obtida após a separação dos defeitos e das matérias estranhas e impurezas, reduzindo-a a exatamente 100g;

12.12.2. Passar o produto pela série de peneiras, dispostas na seguinte ordem:

Peneira 19 = chato

Peneira 13 = moca

Peneira 18 = chato

Peneira 12 = moca

Peneira 17 = chato

Peneira 11 = moca

Peneira 16 = chato

Peneira 10 = moca

Peneira 15 = chato

Peneira 9 = moca

Peneira 14 = chato

Peneira 13 = chato

Peneira 8 = moca

Peneira 10 = chato

Fundo plano

12.12.3. Pesar as quantidades retidas em cada peneira e anotar no laudo;

12.12.4. Na determinação da Subcategoria, o peso encontrado é igual ao percentual.

12.13. Determinação do Grupo e Subgrupo: a determinação do grupo e do subgrupo do Café Beneficiado Grão Cru será realizada mediante a "Prova de Xícara", adotando-se os seguintes procedimentos:

12.13.1. Higienização do moinho e dos demais utensílios (xícaras, chaleiras, colheres, etc.);

12.13.2. Passar pelo moinho regulado para a moagem grossa uma pequena quantidade do café torrada a ser submetido à prova de xícara, descartando o produto moído, a fim de eliminar possíveis contaminações de produtos testados anteriormente;

12.13.3. Retirar da amostra de café torrado, porções de aproximadamente 8 a 10 gramas e colocá-las no moinho, posicionando cada xícara no orifício de saída do produto moído. Repetir esta operação 7 (sete) vezes, visto que deverão ser provadas 7 (sete) xícaras;

12.13.4. Dispor as xícaras em uma mesa de prova circular e giratória, agrupadas por lote de produto a ser testado;

12.13.5. Escaldar o pó, utilizando água mineral ou natural filtrada, não submetida a tratamentos químicos, vertendo-a cuidadosamente sobre o produto, logo após a primeira fervura;

12.13.6. Mexer a infusão com a colher de prova., devendo o provador cheirá-la para obter um julgamento preliminar dos vapores desprendidos e retirando-se a espuma sobrenadante;

12.13.7. Por meio dos aromas desprendidos, o classificador deve estabelecer um juízo prévio da qualidade da bebida de cada amostra, separando as bebidas de características mais favoráveis, que deverão ser degustadas primeiro, daquelas de características menos favoráveis, que deverão ser degustadas posteriormente;

12.13.8. Ao passar de uma amostra para outra, em todas as amostras, a colher de prova deve ser lavada, em xícaras colocadas no braço fixo anexo à mesa giratória;

12.13.9. Aguardar a decantação do pó e em seguida retirar com a colher de prova a espuma e os resíduos que ficarem na borda da xícara;

12.13.10. Aguardar o resfriamento da mistura, ficando a critério do provador a determinação da temperatura adequada à execução do teste;

12.13.11. Iniciar a prova mergulhando a colher suavemente na xícara, de forma que a infusão entre na mesma. Levar à boca, succionando fortemente, fazendo com que um pouco da bebida aspergida vá ao encontro da língua e ao palatino, conservando-a na boca apenas o tempo suficiente para sentir o sabor e os aromas, expelindo-a depois na cuspideira;

12.13.12. Anotar no laudo a qualidade de bebida apresentada pela amostra, enquadrando o produto em Grupo e Subgrupo;

12.13.13. Caso tenha sido solicitado pelo interessado na análise do teor de cafeína, deverá constar do laudo o resultado obtido em laboratório credenciado, mencionando o nome e o número do registro no conselho de classe do profissional autor do laudo laboratorial, devendo uma cópia de tal documento ser arquivada, junto ao laudo de classificação;

12.13.14. Fazer constar do laudo de classificação os motivos que levaram o produto a ser considerado como Fora de Tipo ou Desclassificado;

12.13.15. Revisar, datar, carimbar e assinar o laudo de classificação, devendo constar obrigatoriamente do carimbo, do nome do classificador e do número do registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

13. Certificado de Classificação

13.1. O Certificado de Classificação será emitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ou pelas pessoas jurídicas devidamente credenciadas pelo mesmo, de acordo com a legislação vigente.

13.2. O Certificado de Classificação é o documento hábil para comprovar a realização da classificação, correspondendo a um determinado lote do produto classificado.

13.3. O Certificado somente será considerado válido quando possuir a identificação do classificador (carimbo e assinatura), pessoa física devidamente registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

13.4. O prazo para contestação do resultado da classificação por meio de solicitação de arbitragem será de 45 (quarenta e cinco) dias, contados a partir do momento da emissão do Certificado de Classificação.

13.5. No Certificado de Classificação, deverão constar, além das informações estabelecidas nesse Regulamento, as seguintes indicações:

13.5.1. A discriminação dos resultados de cada análise efetuada e dos percentuais encontrados, para cada determinação de qualidade do produto, bem como as informações conclusivas (enquadramento em Categoria, Subcategoria, Grupo, Subgrupo, Classe e Tipo) que serão transcritas do seu respectivo laudo de classificação;

13.5.2. Os motivos que determinaram a classificação do produto como Fora de Tipo;

13.5.3. Os motivos que determinaram a desclassificação do produto.

14. Fraude

14.1. Considerar-se-á fraude toda a alteração dolosa, de qualquer ordem ou natureza, praticada na classificação, na embalagem, no acondicionamento, bem como nos documentos de qualidade do produto.

14.2. Será também considerada fraude a comercialização do Café Beneficiado Grão Cru, em desacordo com o estabelecido neste Regulamento.

15. Disposições gerais

15.1. Será de competência exclusiva do Órgão Técnico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento resolver os casos omissos porventura surgidos na utilização do presente Regulamento.

16. Quadros

16.1 QUADRO 1 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos)

Defeitos	Quantidade	Equivalência
Grão Preto	1	1
Grãos Ardidos	2	1
Conchas	3	1
Grãos Verdes	5	1
Grãos Quebrados	5	1
Grãos Brocados	2 a 5	1
Grãos Mal Granados ou Chochos	5	1

Observações:

- 1 - O Grão Preto será considerado o principal defeito ou capital;
- 2 - Os Grãos Ardidos e Brocados serão considerados defeitos secundários;
- 3 - O defeito Verde Preto "STINKER" será considerado como defeito ardido.

16.2 QUADRO 2 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru quanto à equivalência de impurezas (extrínsecos)

Impurezas	Quantidade	Equivalência
Coco	1	1
Marinheiros	2	1
Pau, Pedra, Torrão grande	1	5
Pau, Pedra, Torrão regular	1	2
Pau, Pedra, Torrão pequeno	1	1
Casca grande	1	1
Cascas pequenas	2 a 3	1

Observações:

1 - As Pedras, os Torrões e os Paus Grandes correspondem a mais ou menos as dimensões da Peneira Grão Chato de 18/19/20;

2 - As Pedras, os Torrões e os Paus Regulares correspondem a mais ou menos as dimensões da Peneira é Grão Chato de 15/16/17;

3 - As Pedras, os Torrões e os Paus Pequenos correspondem a mais ou menos as dimensões da Peneira Grão Chato de 14 abaixo;

4 - As Cascas serão relacionadas a mais ou menos com o tamanho do Café em Coco.

Defeitos	Tipos	Pontos	Defeitos	Tipos	Pontos
4	2	+ 100	46	5	50
4	2-05	+ 95	49	5-05	55
5	2-10	+ 90	53	5-10	60
6	2-15	+ 85	57	5-15	65
7	2-20	+ 80	61	5-20	70
8	2-25	+ 75	64	5-25	75
9	2-30	+ 70	68	5-30	80
10	2-35	+ 65	71	5-35	85
11	2-40	+ 60	75	5-40	90
11	2-45	+ 55	79	5-45	95
12	3	+ 50	86	6	100
13	3-05	+ 45	93	6-05	105
15	3-10	+ 40	100	6-10	110
17	3-15	+ 35	108	6-15	115
18	3-20	+ 30	115	6-20	120
19	3-25	+ 25	123	6-25	125
20	3-30	+ 20	130	6-30	130
22	3-35	+ 15	138	6-35	135

16.3 QUADRO 3 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru, em função do defeito/tipo
Continua

23	3-40	+ 10	145	6-40	140
25	3-45	+ 05	153	6-45	145
26	4	Base	160	7	150
28	4-05	05	180	7-05	155
30	4-10	10	200	7-10	160
32	4-15	15	220	7-15	165
34	4-20	20	240	7-20	170
36	4-25	25	260	7-25	175
38	4-30	30	280	7-30	180
40	4-35	35	300	7-35	185
42	4-40	40	320	7-40	190
44	4-45	45	340	7-45	195
			360	8	200
			> 360	Fora de Tipo	

16.3 QUADRO 3 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru, em função do defeito/tipo
Conclusão

17 - Modelo de Laudo de Classificação

(IDENTIFICAÇÃO DO ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELA CLASSIFICAÇÃO)

LAUDO DE CLASSIFICAÇÃO DE CAFÉ BENEFICIADO N° ____/____

(MODELO/FRENTE)

() Café Arábica () Café Robusta

INTERESSADO:					
SAFRA: _____			AMOSTRA N°:		
ARMAZÉM:			CIDADE:		
PAVILHÃO:			BLOCO:	Quadra:	
N° DE SACOS:			LOTE:		
Equivalência de Defeitos					
Descrição	N° de Grãos Imperfeitos	N° de Defeitos	Descrição	N° de Grãos Imperfeitos	N° de Defeitos
- Grão preto			- Coco		
- Grão ardido			- Marinheiro		
- Concha			- Esmagado		
- Mal Granada/chocho			- Casca Grande		
- Verde			- Casca Média/pequena		
- Quebrado			- Pau ou pedra ou torrão grande		

- Brocado:			- Pau ou pedra ou torrão regular		
- Brocado Sujo			- Pau ou pedra ou torrão pequeno		
- Brocado Rendado			SUBTOTAL (2)		
- Brocado Limpo					
SUBTOTAL (1)					
SUBTOTAL (1)					
SUBTOTAL (2)					
TOTAL GERAL (1)+ (2)					
CATEGORIA:					
SUBCATEGORIA:	<input type="checkbox"/> CHATO		<input type="checkbox"/> MOCA		
Peneira%	<input type="checkbox"/> Graúdo		<input type="checkbox"/> Graúdo		
<input type="checkbox"/> 15 AC <input type="checkbox"/> 18 AC	<input type="checkbox"/> Médio		<input type="checkbox"/> Médio		
<input type="checkbox"/> 16 AC <input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> Miúdo		<input type="checkbox"/> Miúdo		
<input type="checkbox"/> 17 AC <input type="checkbox"/> Bica					
Corrida					
GRUPO:	<input type="checkbox"/> GRUPO I: ARÁBICA		<input type="checkbox"/> GRUPO II: ROBUSTA		
SUBGRUPO:	<input type="checkbox"/> Estritamente Mole <input type="checkbox"/> Riado <input type="checkbox"/>				
CARACTERÍSTICA					
<input type="checkbox"/> Mol	<input type="checkbox"/> Rio	<input type="checkbox"/> Excelente			
<input type="checkbox"/> Boa	<input type="checkbox"/> Apenas Mole	<input type="checkbox"/> Rio Zona			
<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Anormal	<input type="checkbox"/> Duro			