



ERIKA MATOS TEIXEIRA

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES,
NEMATÓIDES E ÁCAROS EM SOLOS SOB DIFERENTES SISTEMAS
DE CULTIVO CAFEIEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

INCONFIDENTES

2009

ERIKA MATOS TEIXEIRA

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES,
NEMATÓIDES E ÁCAROS EM SOLOS SOB DIFERENTES SISTEMAS
DE CULTIVO CAFEIEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, como parte das exigências do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, para a obtenção do título de Tecnóloga em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. DSc. Luiz Carlos Dias Rocha

INCONFIDENTES

2009

ERIKA MATOS TEIXEIRA

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES,
NEMATÓIDES E ÁCAROS EM SOLOS SOB DIFERENTES SISTEMAS
DE CULTIVO CAFEEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Aprovada em 13 de novembro de 2009

Orientador: DSc. Luiz Carlos Dias Rocha
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes

Co-orientador: MSc. Felipe Moreton Chohfi
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes

Membro: MSc. Verônica Soares de Paula Morais
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes

INCONFIDENTES

2009

*"Café é o ouro do homem comum, e como o ouro,
traz a toda pessoa o sentimento de luxo e nobreza."*

(Abd al-Qadir)

*"O café nos eleva aos desafios, a transpor
obstáculos, e ao fim do dia a saborear nossas vitórias"*

(Benjamin Franklin)

"O café atinge o estômago e tudo começa a acontecer: as idéias avançam como regimentos de um grande exército sobre o campo de batalha; e esta finalmente se inicia. As recordações chegam a passos marcados, como os alferes do batalhão, a cavalaria das comparações avança impetuosa, a galope. E eis a artilharia da lógica com suas carruagens e munição. Os pensamentos geniais e repentinos se precipitam no combate como atiradores de elite..."

(Honoré de Balzac)

*Dedico este trabalho à minha
família, e a todos que de alguma forma
me fazem sentir importante.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que fez tornar-se possível as oportunidades que me surgiram, sempre ao meu lado dando-me forças para lutar e superar obstáculos, alcançando meus ideais.

Aos meus pais Hamilton e Dorotides por terem me ensinado os princípios da vida e por todo o auxílio e conselhos imprescindíveis ao meu crescimento, a razão da minha existência, do meu viver, simplesmente os amo.

A todos os docentes da área de Gestão Ambiental deste Instituto Federal, que me ofereceram um ótimo embasamento teórico, em especial aos professores: Luiz Carlos Dias Rocha, pelas críticas, sugestões e principalmente por toda sua dedicação, atenção, paciência e compreensão; Jamil de Moraes Pereira e Verônica Soares de Paula Moraes, pelas orientações e ensinamentos transmitidos, sempre com muita cordialidade e paciência; e ao Felipe Moreton Chohfi, por sua paciência e simplicidade, sem os quais a construção deste trabalho não teria o mesmo resultado.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos os proprietários das Fazendas cafeiras: Sr. Wilson da fazenda Marcílio (orgânico); Sr. Francisco e sua filha Angélica da fazenda Mangará (safra-zero); e a Fazenda Escola deste Instituto (convencional), por me permitirem realizar todos os experimentos, coletando todas as amostras de solo e fazendo assim com que eu conseguisse realizar este trabalho.

Com muito carinho, agradeço aos e colaboradores do IFSMG – Campus Inconfidentes, em especial a Madalena por todos aqueles deliciosos cafezinhos.

Aos meus queridos e grandes companheiros de experimentos Felipe Jurça e Thais Machado, por me auxiliarem nas coletas carregando aquele mundaréu de terra. Ao Juliano e a Lívia (Yah), pela prestatividade e ensinamentos em entomologia. Obrigada por tudo!

Aos meus amigos de festas, baladas, luais e afins, pelos momentos felizes, descontraídos e muitas vezes vergonhosos: Brunets, Ricardinho, Luli, Mireloka, Talita, Gilberto, Jéfinho, Liviênes, Milson, Celiane, Tulinho, Charlinho, Fernando (Primo!), Addan, Quick, Tatine, Mandi's, Sueila, Cynthia, Lucas e a todos da “Turma do Gólu” (Leninho, Jão, Vitinho, Neto, Bodinho e adjuntos...) o meu muitíssimo Obrigada. ADOOORO vocês!

Agradeço em especial aos meus grandes amigos: Alberto, por todo companheirismo e passeios de bike pela casa; Ana Maria, pela paixão por micorrizas; Carlos Alves, por sempre me apoiar, mesmo do outro lado do mundo; Carolzinha, pela grande paciência e sábios conselhos; Cecília, por toda convivência “MARA”, risadas sem motivo e ombro amigo quando precisei; Eric Prado, simplesmente por fazer parte da minha vida; Josiane, por me aturar independente da circunstância; Thiago “Índio”, por toda sua irreverência, coração puro e pelo nosso vício em café, Thiago “Da Borda”, por escutar minhas “ladainhas” sempre com um sorriso lindo estampado em seu rosto, meu eterno irmão; e ao “Dudu”, meu inseparável filhote-book. Amo muito todos vocês e espero que nossa amizade dure para sempre.

Por fim gostaria de agradecer cordialmente aos meus colegas de sala e amigos em geral, pelo companheirismo e espírito alegre quando precisei de algum auxílio.

E a todos que não foram mencionados aqui, mas que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O solo é um dos recursos naturais mais utilizados na exploração dos sistemas de cultivo cafeeiro, também encarado como habitat de inúmeras e variadas populações de microrganismos de vida livre ou em associações com outros organismos. A presença de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), nematóides e ácaros em solos de diferentes agrossistemas pode ter relação com as condições físico-químicas e biológicas do solo, atuando como bioindicadores ambientais. O presente trabalho teve como objetivo estudar ocorrência de FMAs, nematóides e ácaros em solos sob diferentes sistemas de cultivo cafeeiro no Sul de Minas Gerais, em quatro estações distintas: verão (março), outono (maio), inverno (agosto) e primavera (outubro). Foram amostradas áreas sob sistema de cultivo cafeeiro safr zero, convencional e orgânico. Para cada uma das amostras de solo coletadas na camada de 0 a 20cm realizou-se a extração de esporos, nematóides e ácaros, adotando-se a técnica do peneiramento úmido seguido de centrifugação em sacarose a 50%. A contagem dos microrganismos foi realizada por meio de uma placa canaletada, com auxílio de microscópio estereoscópico. Houve variação na densidade de esporos de FMAs, nematóides e ácaros nos solos sob diferentes sistemas de cultivo cafeeiro nas quatro estações do ano. A maior densidade de esporos foi obtida no solo sob sistema orgânico no período do outono e a menor média foi obtida no solo sob sistema convencional no período do inverno. A maior ocorrência de ácaros foi no solo sob sistema orgânico no período do verão e a menor ocorrência foi no solo sob sistema convencional no inverno. Para os nematóides a maior ocorrência foi observada no verão em solo sob sistema convencional e a menor densidade foi obtida no inverno em solo sob sistema orgânico. As práticas de manejo ou sistemas de cultivo adotado em cada uma das três áreas em estudo apresentaram influência na densidade dos microrganismos analisados.

Palavras-chave: cafeicultura, esporos micorrízicos, nematóides, ácaro de solo.

ABSTRACT

The soil is one of the most used natural resources in the systems of coffee growing, also seen as the habitat of a number of diverse microorganisms population species or associations of other organisms. The presence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), nematodes and acaris in soil of different agrosystems, can be related to the physio-chemical and biological conditions of the soil acting as environmental bioindicators. The present work has the objective of studying the occurrence of these fungi, nematodes and acari in soils under different coffee growing systems in south of Minas Gerais State, in four distinct seasons: summer (march), autumn (may), winter (august) and spring (october). Areas under the cultivation of coffee culture have been sampled under the system of zero-harvest, conventional and organic. For each of the soil samples collected in the layer of 0 to 20 cm the extraction of spores, nematodes and acari were collected, using the technique of humid sieving and centrifuging with saccharose at 50%. The counting of the microorganisms was made by means of petri dishes with vessels and the support of a stereoscope microscope. Variations in the density of the spores, nematodes and acari were observed under different cultivation systems during the four seasons of the year. The highest density of spores was obtained in the soil under the organic system during the period of autumn and the lowest average was obtained in the soil under the conventional system during winter. The largest occurrence of acari was in the soil under organic cultivation during summer and the smallest occurrence was obtained in the soil under the conventional system in winter. For the nematode the largest occurrence was in the soil under conventional cultivation during summer and the smallest occurrence was obtained in winter in the soil under the organic system. The management practices or cultivation systems adopted in each of the three areas in study presented influence in the density of the microorganisms analyzed.

Keywords: coffee growing, mycorrhizal spores, nematodes, acari in soil.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivos específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 Cultura do cafeeiro.....	4
3.1.1 Histórico do café no mundo.....	6
3.1.2 Café no Brasil.....	6
3.2 Sistemas de produção agrícola.....	8
3.2.1 Produção convencional.....	9
3.2.2 Produção orgânica.....	9
3.2.3 Produção Integrada.....	10
3.2.4 Sistema safra zero.....	11
3.3 Fatores que afetam os microrganismos do solo.....	11
3.4 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs).....	12
3.5 Nematóides.....	14
3.5.1 Nematóide das Galhas (<i>Meloidogyne</i> spp.).....	15
3.6 Ácaro de solo.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 Descrição dos locais de estudo.....	20
4.1.1 Produção Safra-zero.....	21
4.1.2 Produção Convencional.....	21
4.2.3 Produção Orgânica.....	21
4.2 Amostragem dos solos em estudo.....	21
4.3 Extração e Quantificação de ácaros, esporos e nematóides.....	22
4.4 Teor de umidade.....	24
4.5 Delineamento Experimental.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5.1 Esporos Micorrízicos.....	26
5.2 Nematóides.....	27
5.3 Ácaros.....	28
6. CONCLUSÕES.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

A cultura do café é uma das mais importantes fontes de renda para a economia brasileira, pela sua grande capacidade de absorção de mão-de-obra, forte participação nas exportações agrícolas e transferência de renda aos outros setores da economia.

O cafeeiro foi introduzido no Brasil, no Estado do Pará, por volta de 1.750, proveniente da Guiana Francesa pelo Capitão Mor Francisco de Mello Palheta. Em 1850 a produção brasileira de café atingiu 40% da produção mundial, chegando a contribuir com 70% do valor das exportações entre 1925 a 1929. O café ainda ocupa um expressivo lugar de destaque no contexto econômico nacional, embora tenha diminuído sua participação no decorrer dos anos, devido à entrada de outros diversos produtos na pauta de exportação (MATIELLO et al., 2002).

Minas Gerais se destaca como o maior produtor de café do país, com uma participação em torno de 51% do café produzido. Houve diminuição significativa nos tratos culturais das lavouras nesta safra, porém sob o aspecto visual, em algumas regiões do estado, muitas lavouras vêm apresentando baixo índice de enfolhamento, decorrente não apenas das operações de colheita, mas também refletindo a deficiência nutricional das plantas causada pela redução da adubação, apresentando uma produtividade média de 19,6 sacas beneficiadas por hectare, abaixo do seu potencial (MAPA, 2009).

O solo é um dos principais recursos naturais finitos utilizados na exploração dos sistemas de cultivo cafeeiro, sendo considerado como base agrícola, pode também ser encarado como habitat de inúmeras e variadas populações de microrganismos de vida livre ou em associações com outros organismos.

Os microrganismos compreendem muito da biodiversidade terrestre e desempenham funções importantes nos ciclos biogeoquímicos e no funcionamento dos ecossistemas (BELL et al., 2005). O conhecimento da contribuição dos microrganismos do solo, principalmente aqueles em interação com plantas, pode resultar no uso de práticas que favoreçam a sustentabilidade dos

sistemas cafeeiros. Das interações entre organismos, as simbióticas despertam maior interesse, especialmente àquelas entre fungos do solo e raízes de plantas.

Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) são membros importantes do sistema solo-planta, uma vez que a própria diversidade desses fungos está intimamente ligada à diversidade e à produtividade de comunidades vegetais. Os FMA formam simbiose mutualística, denominada micorriza arbuscular (MA), de caráter cosmopolita, com espécies presentes em 80% das famílias de plantas. Nessa simbiose, a planta supre o fungo com energia para crescimento e reprodução via fotossíntese, e o fungo provê a planta e o solo com uma gama de serviços (SIQUEIRA et al., 1989).

A associação micorrízica é de fundamental importância no estabelecimento e crescimento das plantas de diversas espécies florestais e agrícolas, principalmente em ambientes de solos pobres em minerais e degradados. O principal benefício às plantas decorre da estrutura formada pelas hifas de fungos do solo e raízes de plantas, proporcionando aumento no volume de solo explorado pelas raízes.

Dentre outros organismos que atacam a cultura do café, destacam-se algumas espécies de ácaros que podem causar perdas significativas, porém são poucos os estudos enfocando a acarofauna predadora e fungívora de cafeeiros no Brasil, sendo que sua maioria trata apenas de espécies fitófagas. Várias espécies destes ácaros podem alcançar altos níveis populacionais, ocasionando perdas significativas aos produtores.

Os nematóides são microrganismos que vivem no solo e nas raízes das plantas em áreas cultivadas, como também em ambientes naturais. Estão relacionados entre os animais multicelulares mais numerosos do mundo (LORDELLO, 1984).

Além dessas “funções” ambientais, os microrganismos e seus derivados têm grande potencial biotecnológico, contudo a magnitude da biodiversidade microbiana ainda não é conhecida e conseqüentemente o potencial a ser explorado. A utilização de microrganismos como aprimoramento tecnológico, com a finalidade de melhorar a disponibilidade de nutrientes às plantas, é uma prática potencialmente importante e muito necessária para a cultura cafeeira. Assim, este trabalho teve por objetivo estudar a ocorrência de FMAs, nematóides e ácaros em solos sob diferentes sistemas de cultivo cafeeiro no Sul de Minas Gerais.

2. OBJETIVOS

Estudar a ocorrência de FMAs, nematóides e ácaros em solos sob diferentes sistemas de cultivo cafeeiro no Sul de Minas Gerais.

2.1 Objetivos específicos

- a) Relacionar os sistemas de cultivo cafeeiro convencional, orgânico e safra-zero em relação à ocorrência de micorrizas, nematóides e ácaros de solo.
- b) Levantar a ocorrência de micorrizas, nematóides e ácaros de solo em três sistemas de cultivo cafeeiro.
- c) Correlacionar a densidade de micorrizas com a de ácaros e nematóides.
- d) Quantificar micorrizas, nematóides e ácaros de solo com potenciais para usos como bioindicadores da qualidade do solo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A perda da fertilidade dos solos ocorre de maneira acelerada, uma vez que é ocupado por atividades agrícolas. O solo é o mais básico dos recursos, finito e não renovável, já que quando se perde é difícil de recuperar. A formação de novos solos é um processo lento que se mede em uma escala de tempo geológico que requer de centena a milhares de anos para desenvolver o equivalente a um período de perda (OIRSA, 2001).

No estabelecimento de um cafezal é de vital importância a capacidade da planta que se vai utilizar. O vigor das plântulas de café está estritamente relacionada com o posterior desenvolvimento e produtividade em campo e é dado pelo manejo que lhes é proporcionado, sendo dentro deste manejo uma das práticas mais contestadas é a fertilização, já que é dela e de outros fatores que dependerá tanto o desenvolvimento radicular como o crescimento foliar da planta (ZAMORA & CAMPOS, 1978).

3.1 Cultura do cafeeiro

O cafeeiro pertence à família das Rubiáceas e ao gênero *Coffea*. Podem-se considerar duas importantes espécies que são exploradas comercialmente: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. O cafeeiro da espécie arábica (*C. arabica*), predominante no Brasil, é uma planta originária dos altiplanos da Etiópia, onde vegeta espontaneamente a uma altitude de 1.500 a 1.900 m, com temperatura média anual do ar oscilando entre 17°C e 20°C e chuvas anuais entre 1.500 a 2.000mm (CARVAJAL, 1972).

O café arábico (Figura 01) é uma planta perene de clima tropical, exigente de solo com profundidade superior a um metro, bem drenado e arejado (COELHO & VERLENGIA, 1973). Apresenta desenvolvimento arbustivo do grupo das angiospermas e fanerógamas, de sementes dicotiledôneas, com boa formação de folhagem, culminando na formação e manutenção de um microclima potencialmente favorável.



Figura 01 – *Coffea arabica* (Fonte: Wikipedia/Cafeeiro)

As precipitações nas principais regiões cafeeiras brasileiras (Paraná, S. Paulo, Sul de Minas Gerais e Zona da Mata de Minas e Espírito Santo) variam de 1200 a 2000 mm/ano com boa distribuição – 40 a 60 mm em média. Porém, estes índices variam para outras regiões que apresentam déficit hídrico e irregularidades na distribuição de chuvas (FERNANDES, 2005).

Segundo FERRÃO (2008), o cafeeiro não tolera solos encharcados ou inundados, tolerando no máximo cerca de quatro meses sem chuvas, sendo que um período seco, capaz de induzir algum déficit hídrico é importante para a sincronização da floração. A ação de ventos constantes provoca danos nas folhas e ramos, chegando a deformar copas, prejudicando a floração e, conseqüentemente, a produção. Já a umidade relativa (UR) do ar influi na incidência de pragas e doenças (umidade elevada propicia o ataque de doenças fúngicas), no preparo e no armazenamento do café. A faixa de UR mais adequada se situa entre 75 e 85 %. Nos cultivos a pleno sol, a baixa UR é o principal fator ambiente limitante da produção.

A análise dos componentes de crescimento da cultura do café mostra a crescente influência do rendimento e da localização geográfica no desenvolvimento da cafeicultura, acompanhados de retração da área cultivada de café no Brasil. Isto é, mostra um aumento da produtividade em detrimento da área plantada total, provavelmente via produção em larga escala e utilização de tecnologias modernas. Tais indicadores parecem refletir a expansão da cafeicultura nas zonas de cerrados, onde há maiores escalas de operação e utilização de tecnologia moderna, como irrigação e colheita mecânica, fatores que contribuem para elevados níveis de produtividade e podem sinalizar a existência de crescentes barreiras à entrada no setor cafeeiro e a saída de produtores marginais (IGREJA & BLISKA, 2001).

3.1.1 Histórico do café no mundo

Não há evidência real sobre a descoberta do café, mas existem várias lendas que relatam sua possível origem, onde uma das mais aceitas e divulgadas é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia (Atual Etiópia), há cerca de mil anos, onde observando suas cabras, notou que aquele fruto de coloração amarelo-avermelhada dos arbustos existentes em alguns campos de pastoreio que elas mastigavam, era fonte de *alegria* e *motivação* e descreveu sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos, começando a utilizar os frutos na forma de infusão e percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou em suas longas horas de leitura do breviário. Esta descoberta se espalhou rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda pela bebida. As evidências mostram que o café foi cultivado pela primeira vez em monastérios islâmicos no Yemen, onde ainda hoje esta planta faz parte da vegetação natural, porém somente no século XVI, na Pérsia, os primeiros grãos de café foram torrados para se transformar na bebida que hoje conhecemos e que a partir de 1615 começou a ser saboreado no Continente Europeu, trazido por viajantes em suas frequentes viagens ao oriente (ABIC, 2009).

Até o século XVII, somente os árabes produziam café. Alemães, franceses e italianos procuravam desesperadamente uma maneira de desenvolver o plantio em suas colônias. Mas foram os holandeses que conseguiram as primeiras mudas e as cultivaram nas estufas do jardim botânico de Amsterdã, fato que tornou a bebida uma das mais consumidas no velho continente, passando a fazer parte definitiva dos hábitos dos europeus e a partir destas plantas, os holandeses iniciaram em 1699, plantios experimentais em Java, que trouxeram lucro, encorajando outros países a tentar o mesmo e assim o crescente mercado consumidor europeu propiciou a expansão do plantio de café em países africanos e a sua chegada ao Novo Mundo. Pelas mãos dos colonizadores europeus, o café chegou ao Suriname, São Domingos, Cuba, Porto Rico e Guianas. Foi por meio das Guianas que chegou ao norte do Brasil. Desta maneira, o segredo dos árabes se espalhou por todos os cantos do mundo (ABIC, 2009).

3.1.2 Café no Brasil

O café foi introduzido no Brasil em 1727, no estado do Pará, pelo Capitão Mor Francisco de Mello Palheta, com sementes e mudas oriundas da Guiana Francesa. Após ser cultivado nas redondezas da cidade de Belém, em 1731, o café foi plantado no Maranhão expandindo-se, em pequenas plantações, para os estados vizinhos do Ceará e Pernambuco, tendo atingido a Bahia em 1770.

Em 1773, o café foi levado para o Rio de Janeiro, estado onde os cafezais se ampliaram e suas plantações de café se expandiram para a Serra do Mar, atingindo em 1825 o Vale do Paraíba, tendo alcançado posteriormente os estados de São Paulo e Minas Gerais, instalando assim o ciclo do café no Brasil, após os ciclos do ouro e da cana, explorando as terras virgens e usando primeiro a mão-de-obra escrava, depois a dos colonos imigrantes (MATIELLO et al., 2002).

A principal receita cambial do país foi obtida, inicialmente, com o comércio do pau Brasil, seguido pela cana-de-açúcar e café, cujo produto foi responsável por muito tempo por receitas da ordem de 60 a 90%. Assim, pode-se afirmar que o Brasil, durante grande parte da sua história, foi uma grande Fazenda de café refém das oscilações de preços externos que acabou por influenciar a política devido aos poderes econômicos dos Barões do café, em que por muito tempo elegeu presidentes ora representantes da cafeicultura (São Paulo) ora dos expoentes da pecuária leiteira (Minas Gerais), o que levou a famosa política “café com leite”. O café foi também responsável por mudanças nos hábitos alimentares, influenciou a cultura, a industrialização e ações pelos direitos trabalhistas, devido a presença imigrantes europeus (FAVARIN, 2004).

Em 1850 a produção brasileira de café atingiu 40% da produção mundial, chegando a contribuir com 70% do valor das exportações entre 1925 a 1929. O café ainda ocupa um expressivo lugar de destaque no contexto econômico nacional, embora tenha diminuído sua participação no decorrer dos anos, devido à entrada de outros diversos produtos na pauta de exportação (MATIELLO et al., 2002).

Em 1859 o Rio de Janeiro respondia por 78,4% da produção brasileira, São Paulo por 12,9% e Minas Gerais por 7,8%. A partir de 1880 São Paulo tornou-se o maior produtor brasileiro, tendo atingido maior participação na produção nacional na década de 30. De São Paulo, entre 1904 e 1929, a cultura atingiu o norte do Paraná, que se tornou o maior produtor brasileiro até a metade da década de 80, chegando a responder por 50,0% da produção brasileira e cerca de um terço da produção mundial de café. Em 1960 a cafeicultura atingiu a fronteira com o Paraguai e o Mato Grosso do Sul (GRIEG, 2000).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, e o segundo maior consumidor do produto, atrás dos Estados Unidos. O café é produzido em 14 Estados e possui atualmente uma área plantada de 2,3 milhões de hectares, com aproximadamente 6 bilhões de pés, estando presente em cerca de 1.900 municípios e emprega direta e indiretamente aproximadamente 8,4 milhões de trabalhadores. A safra colhida em 2008 alcançou 45,99

milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, superior em 27,5% (9.922 mil sacas) as 36,07 milhões de sacas produzidas em 2007. E as exportações brasileiras do produto chegaram a 29,5 milhões de sacas de 60 kg, com faturamento de US\$ 4,7 bilhões, sendo que os principais destinos das exportações brasileiras de café verde foram Alemanha, Estados Unidos, Itália, Bélgica e Japão. O país detém 30% do mercado mundial de café em grão in natura, seguido do Vietnã, Colômbia, Indonésia e Guatemala (FUNCAFÉ, 2008).

A produção de café brasileiro está concentrada em quatro estados: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná. O estado de Minas é o líder (Figura 02), produzindo mais da metade do total, seguido pelo Espírito Santo (SAES & FARINA, 1999). A região sul/sudoeste de Minas Gerais é a responsável por grande parte das lavouras cafeeiras, não se esquecendo do elevado potencial do Triângulo/Alto Paranaíba.

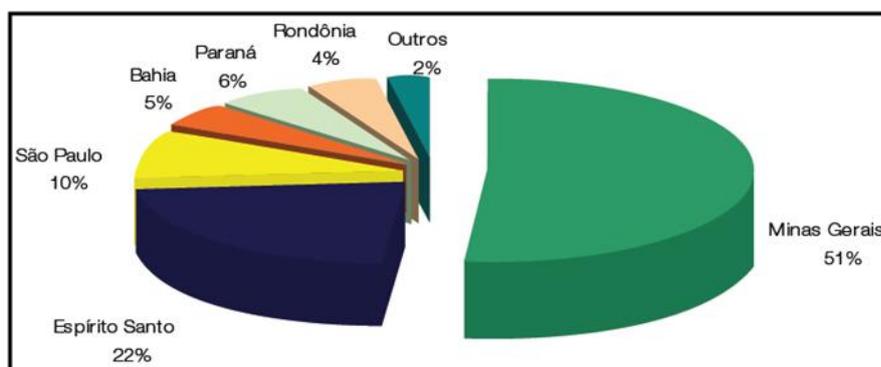


Figura 02 – Produção de café – Participação por UF (Fonte: FUNCAFÉ, 2008)

Minas Gerais é, atualmente, o principal Estado produtor. Segundo a CONAB (2009), o Estado produzirá, nesta safra de 2009, por volta de 18,9 milhões de sacas de café arábica beneficiado. A área cultivada no Estado totaliza 1,17 milhão de hectares, dos quais 89,6% (1,05 milhão de hectares) estão em produção e 10,4% (122,2 mil hectares) em formação. Da produção estadual de 23,6 milhões de sacas, 51,4% (12,1 milhões de sacas) são produzidos nas regiões Sul e Centro-Oeste do Estado; 29,4% (6,9 milhões de sacas) na Zona da Mata – regiões de Jequitinhonha, Mucuri, Rio Doce, Central e Norte; e 19,2% (4,5 milhões de sacas) são produzidas no Cerrado Mineiro – regiões do Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste.

3.2 Sistemas de produção agrícola

O grande desafio da agricultura é produzir mais alimentos em uma menor área e com sustentabilidade, e para isto existem diferentes sistemas de produção na cafeicultura nacional, dos quais podemos classificar basicamente três tipos: produção orgânica, convencional ou integrada.

3.2.1 Produção convencional

A agricultura convencional é sintomática, ou seja, sempre repõe o que falta ou combate o sintoma, e vê cada fator de produção isoladamente, sem conseguir o domínio das inter-relações existentes, nem das relações causa-efeito. Tenta-se atingir padrões ideais só que estes nunca se repetem. O modelo de produção convencional não preserva e, ao contrário, por vezes reduz a capacidade produtiva dos solos (ALTIERI, 1989).

O sistema convencional constitui-se como sendo tecnicamente baseado em insumos de origem química. E o acréscimo da produtividade está profundamente relacionado ao uso de energia fóssil, o que por sua vez denota um sistema biologicamente homogêneo assim configurando-se em uma forma muito simplificada de agroecossistema. Bem como é um sistema produtivo, não só como dito anteriormente, dependente de insumos, mas intimamente atrelados aos mercados, ou seja, essencialmente vinculado a modelos estruturais de desenvolvimento tradicionais que tende tecnicamente à simplificação, e onde o incremento da produtividade é reconhecidamente mais dependente de recursos naturais não renováveis. Assim, apresenta-se biologicamente homogêneo, ou seja, como ele está fundamentado num distanciamento do ecossistema original o seu equilíbrio depende de um conhecimento complexo e específico, além de insumos externos, forte intervenção e controle humano.

3.2.2 Produção orgânica

Produção orgânica é o sistema de manejo sustentável da unidade de produção com enfoque sistêmico que enfatiza a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biogeoquímicos e a qualidade de vida humana (EMBRAPA, 2008).

A necessidade de estabelecer padrões orgânicos que estipulam a proibição do uso de alguns insumos dita uma gama de práticas a serem seguidas que asseguram a sustentabilidade de sua cadeia produtiva (FONSECA, 2000). As questões técnicas, segundo KHATOUNIAN (1999), envolvem aspectos biológicos que constituem a parte mais agrônômica da produção e incluem o reequilíbrio das populações de pragas e doenças e das condições do solo, enquanto as questões educativas dizem respeito ao aprendizado, por parte dos agricultores, dos conceitos e técnicas de manejo que viabilizam a agricultura orgânica.

Produtos orgânicos costumam ser significativamente mais caros que os convencionais, devido ao seu marketing ecológico e maior custo de produção, apresentando seus benefícios ambientais como objeto de debate, porém a produção de café em sistema orgânico tem despertado o interesse dos produtores em virtude do crescimento da demanda por alimentos

orgânicos no mercado nacional e internacional. É uma alternativa que beneficia a agricultura familiar e agrega valor ao produto (LIMA et al., 2002).

3.2.3 Produção Integrada

A IOBC (International Organization for Biological Control) definiu esse sistema como a produção econômica de frutas de alta qualidade, priorizando o uso de métodos ecologicamente seguros que minimizam as aplicações de agroquímicos, e evitando os efeitos secundários negativos desses produtos, o que promove a preservação do meio ambiente e da saúde humana.

A produção integrada é um sistema que produz alimentos de alta qualidade mediante o uso dos recursos naturais e de mecanismos reguladores para minimizar o uso de insumos e contaminantes (TITI, 1995). Esse sistema visa à produção baseado na sustentabilidade econômica, social e ambiental, aplicação de recursos naturais e regulação de mecanismos para a substituição de insumos poluentes, utilizando instrumentos adequados de monitoramento dos procedimentos e a rastreabilidade de todo o processo, com base no modelo de normas elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, para o cultivo de fruteiras.

Essas normas técnicas permitiram a sustentabilidade da cultura, culminando com a certificação da produção e do produto, cuja organização de todas as informações contribui para se estabelecer a rastreabilidade de todas as práticas culturais e conjunto de medidas, realizadas desde a instalação da lavoura até a comercialização de sua produção. O desenvolvimento da produção integrada do café poderá melhorar a qualidade de vida do ambiente pelo respeito à capacidade de suporte do ecossistema, aumentar a longevidade do sistema produtivo pela maior proteção do solo e da água, e proporcionar maior retorno econômico devido à redução de utilização de defensivos e fertilizantes químicos (GUIMARÃES, 2008).

A segurança alimentar e a redução de riscos ambientais para o homem, outorgadas pela Produção Integrada, vem fazendo com que os governos de diferentes países incentivem esse sistema e que o setor de comercialização privilegie a compra desses produtos.

A produção integrada de café dará melhor tratamento social aos trabalhadores e mais qualidade a produção e ao produto, contribuindo também para aperfeiçoar o sistema de monitoramento dos problemas da cultura e de identificação de pontos críticos, que requeiram maior atenção da pesquisa.

3.2.4 Sistema safra zero

O café é uma planta de crescimento contínuo que possui hastes ou ramos verticais e horizontais que, após determinado número de colheitas, ficam envelhecidos e pouco produtivos, por isso a necessidade da poda.

Tomás Eliodoro da Costa, Engenheiro Agrônomo da Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada (CATI), idealizou o sistema de produção Safra-zero, onde o cafezal é esqueletado de dois em dois anos, de maneira que a lavoura alterna um ano sem produção (safra zero) e um ano com produção (safra alta ou safra 100%) (THOMAZIELLO, 2009 citado por GUIMARÃES, 2008).

É um sistema baseado em dois tipos de poda, sendo a primeira o *decote do cafeeiro* a uma altura de 1,50 a 1,80 m e a segunda o esqueletamento dos ramos horizontais a mais ou menos 20 cm do tronco. Essa medida possibilita a remoção e o acréscimo do número de ramos por planta, potencializando a safra do segundo ano, uma vez que a lavoura terá que produzir o dobro, para compensar o ano da lavoura podada (OLIVEIRA & COSTA, 2001).

No primeiro ano de execução do sistema, na lavoura que está com uma produção alta, realiza-se o esqueletamento logo após a colheita manual, ou se houver o uso de maquinário, realiza-se o esqueletamento simultaneamente a colheita, ainda com os frutos no ramo. No segundo ano, essa mesma lavoura encontra-se sem carga, o produtor não realizará nenhuma atividade, apenas tratos culturais. No terceiro ano, acontece o mesmo procedimento do primeiro ano e, assim, sucessivamente (THOMAZIELLO, 2009).

É fundamental que as podas sejam executadas logo após a colheita, o mais próximo possível do início de período das chuvas para que a planta desenvolva o máximo os ramos laterais de produção dentro do período de vegetação que vai de setembro/ outubro a abril/ maio. A época de execução das podas poderá determinar o sucesso ou não do programa (TOLEDO FILHO et al., 2001).

3.3 Fatores que afetam os microrganismos do solo

Os nichos disponíveis por meio de intervenções nas características físico-químicas ou biológicas do ecossistema podem ser afetados por qualquer prática agrícola, tais como: aração, adubação, calagem, incorporação de matéria orgânica, irrigação, aplicação de agrotóxicos, etc. (CARDOSO, 1992).

Os maiores efeitos do manejo podem ser vistos em regimes agrícolas anuais intensivos, onde a ausência de cobertura vegetal por muitos anos, o baixo retorno de matéria-

orgânica, o revolvimento periódico do solo pelo uso de máquinas e o repetido uso de pesticidas podem resultar em progressivo esgotamento do teor de matéria orgânica do solo, deterioração estrutural e compactação do solo, erosão do solo e esgotamento de nutrientes, e redução na complexidade e estabilidade da comunidade biológica do solo (CURRY & GOOD, 1992).

A definição da sustentabilidade de sistemas de produção exige que se considere o papel da fauna no comportamento dos solos. A recuperação dos solos degradados não é possível pelos meios mecânicos isoladamente, é imprescindível a sua recuperação biológica, sem o quê, essa visão reducionista das complexas interações existentes no ambiente pode conduzir a degradação gradativa das terras antropizadas pela agricultura (TIBAU, 1983; LOPES ASSAD, 1997).

3.4 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs)

Dentre os microorganismos que habitam o solo os FMAs, destacam-se por formar associações simbiotróficas mutualísticas entre fungos Zygomycetos da ordem Glomales, frequentemente, os mais abundantes fungos de solo, e raízes da maioria das plantas vasculares (GERDEMANN & NICOLSON, 1963). Tal associação aumenta a área de absorção das raízes das plantas, permitindo que explorem o solo mais eficientemente podendo ser uma alternativa para diminuir o uso de adubos químicos, atuando como um complemento do sistema radicular da planta hospedeira, favorecendo a ciclagem de nutrientes e sua absorção pelas plantas, principalmente os nutrientes poucos móveis no solo como P, Zn e Cu, para a maioria das plantas, e N para as leguminosas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988) e promovendo a proteção contra patógenos, desencadeando no hospedeiro, diversos outros efeitos ainda não de todo compreendidos.

As micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) incrementam significativamente a resistência contra o ataque de nematóides e enfermidades das plantas, especialmente nas raízes, já que elas aceleram o metabolismo e desta forma as plantas são capazes de rapidamente produzir substâncias químicas para defender-se. Sua rede volumosa de absorção incrementa significativamente a resistência contra a seca (RADDATZ, 2007).

A associação micorrízica é de comum ocorrência nas plantas superiores, tendo sua origem por volta de 462 a 352 milhões de anos atrás, co-evoluindo juntamente com as plantas, razões pelas quais certas espécies vegetais são imunes à colonização pelos fungos endomicorrízicos (SIMON et al., 1993). Esta simbiose é particularmente importante para o

cafeeiro, porque este apresenta elevada dependência aos FMAs na fase de produção de mudas (SIQUEIRA & COLOZZI FILHO, 1989). Entretanto, as informações sobre a ocorrência de FMAs em cafeeiros não-inoculados em produção mostram a predominância de espécies indígenas de baixa eficiência simbiótica (FERNANDES, 1987). Espécies selecionadas eficientes normalmente não ocorrem no campo e quando introduzidas via inoculação, têm dificuldade de permanecer no agrossistema. Por meio do manejo das culturas é possível aumentar o potencial de inoculo natural do solo e a diversidade de espécies de FMAs, promovendo a sustentabilidade do agrossistema.

As Micorrizas podem ser definida como sendo um tecido no qual existe harmonia metabólica entre os dois organismos envolvidos (ANDERSON, 1988), onde o fungo, quando associado as raízes, utiliza substâncias sintetizadas pela planta, proporcionando, em contrapartida, aumento na absorção e acumulação de íons do solo, em razão da sua alta taxa metabólica e da distribuição estratégica de suas hifas nas camadas do solo. Isto, geralmente, implica em aumento do vigor da planta e maior tolerância a diversos estresses ambientais (TRAPPE & FOGEL, 1977, citado por DURAZZINI, 2008).

Freqüentemente as micorrizas são divididas em dois grupos formados por ectomicorrizas e endomicorrizas. As ectomicorrizas são caracterizadas pela colonização apenas intercelular do córtex pelo micélio fúngico e a formação da rede de Hartig, em substituição à lamela média e, do manto que recobre a superfície da raiz. A colonização ocorre apenas nas raízes laterais ou absorventes, as quais sofrem modificações morfológicas muito acentuadas e visíveis a olho nu (SIQUEIRA, 1994).

Nas florestas de clima temperado, as ectomicorrizas são os tipos de maior ocorrência, enquanto nas florestas tropicais são predominantes as endomicorrizas, formadas por um grupo restrito de fungos pertencentes à Ordem Glomerales do filo Glomeromycota. (JANOS, 1980).

A capacidade de formar micorrizas é restrita a um grupo de fungos pertencentes a cinco famílias (*Gigasporaceae*, *Glomeraceae*, *Acaulosporaceae*, *Paraglomaceae* e *Archaeosporaceae*), segundo STÜRMER & SIQUEIRA (2006), das quais são conhecidas em torno de 140 espécies, distribuídas em apenas sete gêneros (*Gigaspora*, *Scutellospora*, *Glomus*, *Archaeospora*, *Paraglomus*, *Acaulospora* e *Entrophospora*).

Germinados na rizosfera, os esporos (Figura 03) produzem micélios, hifas infectivas e apressório, por meio do qual penetram nas raízes estabelecendo e colonizando parte do córtex, se diferenciando pela formação dos arbúsculos (estruturas intracelulares) ou locais de troca de metabólitos entre os parceiros da simbiose e onde ocorre a integração morfofisiológica, bioquímica e funcional com o estabelecimento do mutualismo, resultando no micotrofismo

(absorção de nutrientes, via fungo) e assim garantindo a propagação e sobrevivência do fungo micorrízicos, segundo SIQUEIRA (1991).

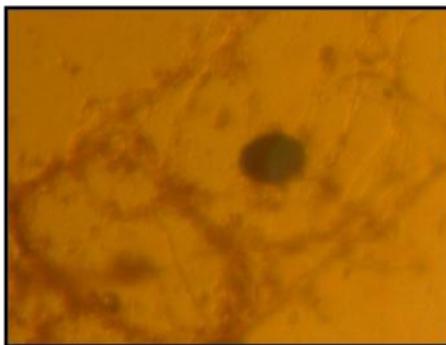


Figura 03 – Exemplar de esporo micorrízico com hifas. (Foto: TEIXEIRA, E. M.)

Estruturas reprodutivas dos FMAs, como esporos, hifas e micélio, sobrevivem como propágulos na ausência de raízes e, quando na presença destas, colonizam o córtex radicular e estabelecem relação simbiótica, que garante a produção de novos propágulos e também de um ciclo policíclico (WILSON & TOMMERUP, 1992), porém os fungos micorrízicos, em sua maioria, não são específicos em hospedeiro, mas evidências indicam especificidade ou elevada adaptação a condições edáficas específicas. Existem evidências de adaptação dos FMAs a condições diversas como alto ou variações em tolerância a fatores climáticos e edáficos que ocorrem inter e intra-especificamente, e isto representa adaptações a locais específicos, controlados por mecanismos genéticos não conhecidos. Estudos indicam que há especificidade na associação hospedeiro-fungo, entretanto, em uma única árvore podem ser encontradas até 30 espécies de fungos, embora na maioria dos casos sejam encontradas apenas duas ou três espécies. (DURAZZINI et al., 2009).

SIQUEIRA et al. (1993), buscando a comprovação da viabilidade técnica e econômica quanto à presença de FMAs, pesquisaram e concluíram que tais fungos são de fundamental importância no desenvolvimento do cafeeiro em solos pobres dos trópicos, sugerindo até mesmo, a inoculação micorrizica nestas plantas. Este estudo proporcionou o conhecimento da produtividade média de um cafeeiro inoculado com FMAs, que foi de 60% a mais em relação à planta não inoculada.

3.5 Nematóides

Primeiro registro da existência de nematóides em cafeeiros foi feito no Rio de Janeiro. Em 1950 iniciaram-se os estudos para o controle da praga. Por volta de 1970 houve inúmeras citações sobre a ocorrência de nematóides no Estado do Paraná e no Estado de São Paulo, mas precisamente na região da Alta Paulista.

Espécies de vários gêneros de fitonematóides já foram encontradas parasitando o cafeeiro no Brasil, causando perdas de até 20% na produção (LORDELLO, 1974). O nematóide causa lesões nas raízes ocasionando a morte das plantas, pelo fato desses parasitar, injetando toxinas e retirando nutrientes, o que deixa o sistema radicular comprometido. Dentre as espécies de nematóides, as de galha (*Meloidogyne* spp.), são as que mais causam danos à cultura.

Os nematóides mais prejudiciais são aqueles envolvidos na destruição de raízes primárias, debilitando o sistema de ancoragem da planta, levando ao tombamento da mesma. A absorção de água e nutrientes também é prejudicada, influenciando o desenvolvimento normal da planta (OLIVEIRA et al., 2004).

Durante muito tempo o controle de nematóides foi realizado por meio da aplicação de produtos químicos nos hospedeiros e tendo como principais desvantagens o desenvolvimento de resistência por parte dos parasitas aos princípios mais comumente empregados, o alto custo desses fármacos, mas principalmente, a possibilidade de ocorrência de resíduos químicos no ambiente e nos produtos animais (GRAMINHA et al., 2001). Desta forma, despertou-se o interesse por métodos de controle que não resultassem em tantos prejuízos.

Variações morfológicas, reprodutivas e patogênicas, indicam a existência de diferentes biótipos ou patotipos entre isolados de populações de *R. similis* que não sobrevivem no solo por um período maior do que seis meses na ausência de rizomas e raízes vivas do hospedeiro (PINOCHET, 1986). Como hospedeiras de *R. similis* são mencionadas mais de 300 espécies de plantas. Entre os hospedeiros de valor econômico estão côco (*Cocos nucifera* L.), café (*Coffea arabica* L.), cana-de-acúcar (*Saccharum officinarum* L.) e chá (*Camellia sinensis* L.) segundo EMBRAPA (2002).

Depois de *R. similis*, o *Helicotylenchus multicinctus* é provavelmente o nematóide mais prejudicial para as culturas, pois ambos ocorrem em regiões nas quais as condições climáticas são consideradas ótimas para a produção das culturas e sob condições favoráveis, podem ocorrer freqüentemente associados a *M. javanica* e *M. incognita* (MCSORLEY & PARRADO, 1986). Raízes e rizomas vivos garantem a sobrevivência do nematóide espiralado que apresenta uma ampla gama de hospedeiros.

3.5.1 Nematóide das Galhas (*Meloidogyne* spp.)

Segundo SASSER e CARTER (1985) as espécies de nematóides formadores de galhas do gênero *Meloidogyne* estão entre as pragas mais disseminadas que limitam a produtividade

agrícola no mundo. Plantas de climas frios e quentes, utilizadas como fonte de alimento no mundo são suscetíveis à infecção por estes nematóides (TAYLOR & SASSER, 1978).

Apesar dos danos causados por *Meloidogyne* spp. serem menos visíveis e destrutivos do que os causados pelos nematóides migradores, algumas espécies mostraram-se altamente prejudiciais a cultura, apresentando alta hospedabilidade. Espécies de *Meloidogyne* normalmente ocorrem associadas a outras espécies de nematóides patogênicos, como por exemplo: *R. similis* e *P. coffeae*, os quais tendem a ser mais numerosos e, eventualmente, substituir as populações daqueles nematóides. Na ausência dos nematóides cavernícola e das lesões, os danos por *Meloidogyne* spp. tendem a ser mais evidentes (DAVIDE, 1996).

Os autores mostraram preocupação, salientando que, embora considerados de importância secundária, os nematóides das galhas podem atingir densidades populacionais elevadas e tornarem-se limitantes à produção em áreas infestadas.

Os nematóides das galhas são endoparasitos sedentários, cuja fêmea produz, em média, 500 ovos numa matriz gelatinosa, formando uma massa de ovos, na maioria das vezes, externamente à raiz. Após o desenvolvimento embrionário, o juvenil de primeiro estágio passa pela primeira ecdise, dando origem ao juvenil de segundo estágio (J2), que emerge do ovo. Ao migrar para o solo, o J2 inicia a procura de raízes para se alimentar e, penetrando nas pontas, regiões previamente penetradas ou em pequenas feridas, estabelecem o seu sítio de alimentação nas células do parênquima. A injeção de secreções culmina com a hipertrofia (células gigantes) e hiperplasia de células, acompanhadas normalmente pelo alargamento das raízes, formando galhas. Enquanto isso, o juvenil tem a sua largura aumentada e passa por novas ecdises formando os estádios juvenis J3 e J4, e finalmente os adultos macho e fêmea (TIHOHOD, 2000). A reprodução é freqüentemente partenogênética, embora a reprodução sexual possa ocorrer em várias espécies como *M. hapla* e, ocasionalmente, em *M. arenaria*, especialmente quando as infestações tornam-se intensas. Alta percentagem de machos é produzida em condições adversas (WHITEHEAD, 1997).

Diferentes espécies de *Meloidogyne* podem ser observadas na mesma galha e também podem colonizar as camadas externas do rizoma. O ataque de fitonematóides constitui um dos maiores problemas fitossanitários para a cultura do café no Brasil (GONÇALVES et al., 1978).

Os nematóides parasitam apenas o sistema radicular do cafeeiro, ao qual causam distúrbios tanto fisiológicos como anatômicos, cuja magnitude varia de acordo com a espécie do fitoparasito. As espécies do gênero *Meloidogyne* (Figura 04) são as mais importantes sobre

o ponto de vista econômico, não só pelos prejuízos que causam, mas também pela distribuição no mundo e no Brasil, que vai de amplamente distribuídas àquelas regionalizadas. No Brasil, *Meloidogyne exigua* é a espécie mais amplamente disseminada, estando presente em todas as regiões cafeeiras causando galhas tipicamente arredondadas nas raízes recentemente produzidas após as primeiras chuvas da primavera continuando a sua produção durante o verão. Necroses não são observadas ao redor das células gigantes, porém áreas necróticas podem ocorrer em segmentos de raízes agravados por infecções secundárias levando-a a morte (CAMPOS et al., 1990).



Figura 04 – Exemplar de nematóide do gênero *Meloidogyne* (Fonte:UPC)

O sistema radicular infestado se apresenta muito reduzido, praticamente sem raízes absorventes (LORDELLO, 1984). Os cafezais adultos infestados podem apresentar sintomas variados dependendo do tipo de solo e manejo cultural, podendo haver enorme queda de folha e seca de galhos levando-os a morte.

3.6 Ácaro de solo

Ácaros são pequenos invertebrados integrantes do filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, classe Arachnida e subclasse Acari (EVANS, 1992). Muitas espécies de ácaros são importantes pragas agrícolas ao redor do mundo, enquanto outras são importantes inimigos naturais de pragas. Ácaros também correspondem ao grupo predominante de animais de solo. O estudo de ácaros fitófagos e seus inimigos naturais podem tornar possível um melhor manejo de espécies de pragas, através da realteração proposital de componentes bióticos de agroecossistemas e sistemas adjacentes, para promover a ação de inimigos naturais nativos. Conforme CANHOS (1998), os ácaros formam o grupo de artrópodos de maior diversidade, o que reflete na sua grande diversidade de hábitos alimentares. Dentre os ácaros (Acari: Cryptostigmata), das mais de 10.000 espécies conhecidas, cerca de metade são

habitantes do solo. Esta variedade de formas é conjugada com populações freqüentemente densas. Em solos de florestas temperadas, as populações edáficas chegam a ser de 100.000 a 400.000 indivíduos por metro quadrado (ind./m²), sendo que 70% destes são Acari Oribatei (WALLWORK, 1976).

Os ácaros (sub-classe Acari) pertencem à classe Arachnida e podem representar grande parte do total de mesofauna presente no solo, chegando a 78% na floresta e 94,7% na pastagem (TEIXEIRA & SCHUBART, 1988). Eles têm como principais características o reduzido porte e a ausência de segmentação (MORAES & FLECHTMANN, 2008). De modo geral, o corpo dos ácaros apresenta forma muito variada e diferentemente dividida de um grupo ao outro. Esta marcante diversidade morfológica dos ácaros é acompanhada de grande variedade comportamental. De maneira geral, os ácaros podem ser agrupados em formas de vida livre e formas parasitas (LOPES ASSAD, 1997).

Quatro subordens dos ácaros ocorrem freqüentemente nos solos: Prostigmata, Mesostigmata, Astigmata e principalmente os Cryptostigmata (subordem *Oribatei*), que constituem um dos mais numerosos grupos de artrópodos do solo, tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

A maioria dos *Cryptostigmata* ou *Oribatida* é dotada de escudos duros e protetores que envolvem todo o corpo. Os *Oribatei* podem ser identificados por uma completa ou quase completa esclerotização do corpo no estágio adulto. Seu tamanho varia de 0,2 a 1,2 mm, e apresentam uma reprodução relativamente lenta, com uma ou duas gerações por ano. De modo geral, o nível trófico dos oribatídeos é de decompositores e quanto à nutrição, a maioria é microfítófaga, nutrindo-se de fungos ou algas. Basicamente, os oribatídeos ingerem alimento sólido (PASCHOAL et al., 1996), mas frente à diversidade desses ácaros, existem espécies que se alimentam de praticamente todos os recursos produzidos no solo (OLIVEIRA, 1999). Normalmente são encontrados nas camadas superficiais do solo (MORAES & FLECHTMANN, 2008), com maior diversidade em horizontes orgânicos mais estruturados e com mais húmus (KRANTZ, 1978).

Os ácaros da Ordem Mesostigmata (ou Gamasida) caracterizam-se por apresentar tamanho médio (0,2–2 mm) e cutícula pouco esclerotizada. São encontrados em todo o mundo, em associação com o solo, a matéria orgânica, as plantas e os animais (PASCHOAL et al., 1996), ocorrendo em maior percentagem em uma profundidade de quatro a seis centímetros. Alguns mesostigmatas parasitas podem ser importantes predadores de um ou mais estágios de seu inseto transportador e de outros microartrópodos; outros se alimentam de

enquitreídeos e de nematóides no substrato de seu hospedeiro e algumas poucas espécies são fungívoras, segundo COLEMAN & CROSSLEY (1996).

Os ácaros da subordem Astigmata, em sua maioria, executam movimentos lentos, apresentam cutícula elástica, transparente e que pode ter algumas regiões esclerotizadas; variando de 0,2 a 1,8 mm de comprimento. São cosmopolitas (MORAES & FLECHTMANN, 2008) e podem ser encontrados na matéria superficial do solo, em ninhos de aves e roedores e em alimentos armazenados. Podem ter aumento significativo de sua população em conseqüência da atividade humana, como a aplicação de inseticidas, que causa o declínio de predadores, e a fertilização nitrogenada, que aumenta a população de microorganismos, potenciais recursos alimentares para astigmatas micófagos e saprófagos (KRANTZ, 1978).

Os prostigmatas (subordem Prostigmata) são ácaros em geral pouco esclerotizados quando comparados aos mesostigmatas. A falta de caracteres diferenciais que possam ser aplicados aos prostigmatas como um todo freqüentemente obriga a identificação da subordem por exclusão (MORAES & FLECHTMANN, 2008). O padrão de alimentação destes ácaros é completamente heterogêneo, com espécies com múltiplos níveis tróficos (fungívoros, predadores, parasitas), que podem ingerir partículas sólidas e outras somente líquidas. As espécies fungívoras são oportunistas e estão aptas a reproduzir rapidamente após distúrbios ou mudanças súbitas no ambiente (COLEMAN & CROSSLEY, 1996).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos municípios de Inconfidentes e Ouro Fino (Figura 05), localizados ao Sul do estado de Minas Gerais, região esta de clima tropical de altitude (Cwb), classificado segundo KOËPPEN (1931) com duas estações definidas: chuvosa e amena no verão (outubro a março) e seca com noites e madrugadas frias no inverno (abril a setembro), com média anual de precipitação de 1500 mm e temperatura média anual de 19°C.



Figura 05 - Localização dos municípios de Inconfidentes (A) e Ouro Fino (B) - MG (Fonte: *Google Maps*)

Ouro Fino está numa região montanhosa de latitude 22° 16' 58" S e longitude 46° 22' 08" O, sendo cortada por vales, com altitudes variando entre 800 e 1600 metros (sede municipal a 908 metros de altitude) e Inconfidentes (antiga Moji-Acima) localiza-se a 869 metros de altitude com latitude de 22° 19' 01" S e longitude 46° 19' 40" O.

4.1 Descrição dos locais de estudo

Foram estudadas 3 fazendas cafeeiras que se utilizavam, cada uma, de um diferente sistema de produção, classificados em: safra-zero, convencional e orgânico (Figura 06).



Figura 06 - Localização das fazendas de cultivo cafeeiro em estudo (Fonte: *Google Maps*)

4.1.1 Produção Safra-zero

A área experimental está localizada no bairro Escolinha (Ouro Fino/MG) dentro da Fazenda Mangará. O cultivo analisado existe há doze anos sob sistema safra-zero e é constituído pela variedade Mundo Novo, com espaçamento de 2m x 1m. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005) e apresenta declividade média de 12%.

4.1.2 Produção Convencional

A área em estudo está localizada na Fazenda Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes. Existe há cinco anos e é constituída pela variedade Icatu Amarelo, com espaçamento de 2m x 1m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005) e apresenta declividade média de 4%.

4.2.3 Produção Orgânica

A Fazenda Marcílio, de propriedade do senhor Wilson encontra-se localizada na comunidade do Córrego da Onça, município de Inconfidentes/MG, com cultivo orgânico existente há oito anos, constituído pela variedade Catuai Amarelo Topázio em espaçamento de 2,5m x 1m, com solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (PRADO, 2005) e apresenta declividade média de 8%.

4.2 Amostragem dos solos em estudo

Foram realizadas quatro amostragens em cada área de estudo, sendo realizada uma em cada estação do ano, consecutivamente nos meses de março e maio (período seco), julho e outubro (período chuvoso) de 2009.

Em cada uma destas áreas, foi selecionado um quadrante de aproximadamente 1000m² (25linhas x 39plantas), segundo esquema abaixo (Figura 07):

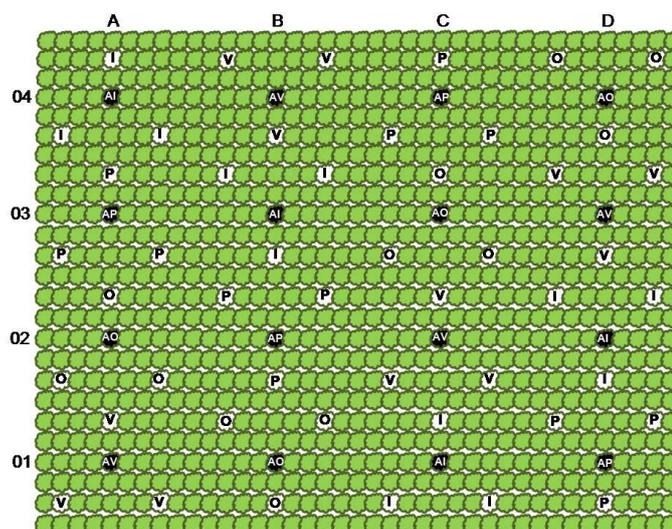


Figura 07 – Esquema de localização das plantas para amostragem de solo: (V) Coleta em março; (O) Coleta em maio; (I) Coleta em julho e (P) Coleta em outubro; e Teor de Umidade: (AV) Coleta em março; (AO) Coleta em maio; (AI) Coleta em julho e (AP) Coleta em outubro. (Fonte: TEIXEIRA, E. M.)

As amostras de solo para quantificar a ocorrência e distribuição de FMAs, nematóides e ácaros (ninfas) em solo foi realizada utilizando-se de um trado de amostragem de solo do tipo holandês. Foram amostrados, segundo esquema (Figura 06), 12 pontos por cultura, sendo em cada ponto retirada quatro sub amostras, na projeção da copa da planta, a uma profundidade de 0-20 cm em cada quadrante da planta. As 12 amostras compostas, retiradas de cada área e em cada estação, geraram aproximadamente 1 kg de solo cada, sendo em seguida acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o Laboratório de Biotecnologia do IFSMG, onde foram armazenadas a 5°C em refrigerador, até o processamento.

4.3 Extração e Quantificação de ácaros, esporos e nematóides

As amostras de cada época ou período estudado foram passadas em peneira com malha de 2 mm de diâmetro e secas ao ar por 12 horas. Em seguida, a densidade de ácaros (ninfas), esporos e nematóides foram avaliados, utilizando-se das doze repetições (amostras compostas) para cada área amostrada, contendo em cada repetição, 50 mL de solo, medidos em becker de 100 mL.

Os esporos foram extraídos pelo método do peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963), como indicado na Figura 08. O procedimento consistiu na transferência, separadamente, dos volumes das amostras citadas anteriormente para recipiente plástico de

maior volume, onde as mesmas foram lavadas quatro vezes, sendo o sobrenadante resultante de cada lavagem, passado em peneiras de malhas 0,71, 0,25 e 0,053 mm; o material retido na peneira de menor malha, foi acondicionado diretamente em tubos de centrífuga. Em seguida, os tubos foram balanceados com água destilada e centrifugados por 3 minutos a 3000 RPM. Em seguida, o sobrenadante dos tubos foi drenado cuidadosamente, sendo adicionada aos mesmos, uma solução de sacarose a 50% (JENKINS, 1964), agitando o conteúdo com auxílio de um bastão de vidro para serem centrifugados por 2 minutos a 2000 RPM. Após, o sobrenadante foi drenado com cuidado, na peneira de menor malha (0,053 mm). Posteriormente, o material foi lavado com água destilada e recolhido em recipientes plásticos com tampa e capacidade para 100 mL, devidamente identificados com o nome, número da amostra e a data de realização da extração. Os recipientes foram armazenados em refrigerador a 5°C até a contagem microbiológica.

A contagem dos ácaros, esporos e nematóides foi realizada diretamente em placa canaletada com o auxílio de microscópio estereoscópico, assim como realizado por SILVA et al. (2007).

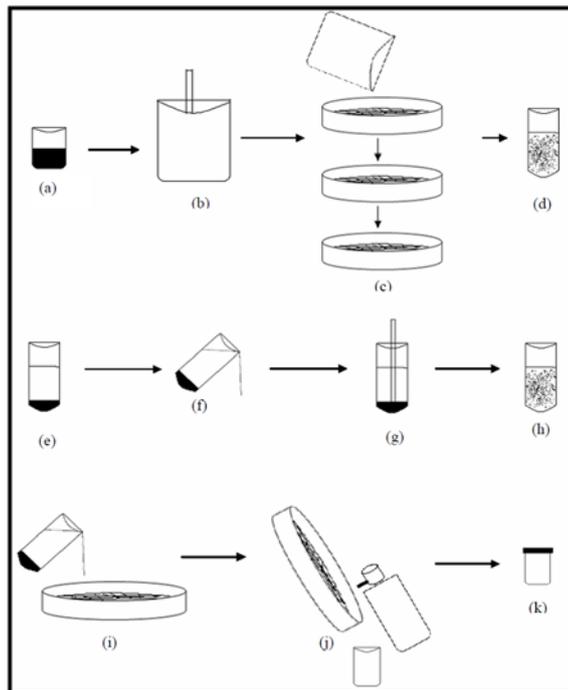


Figura 08 – Procedimento da técnica do peneiramento úmido para a extração dos esporos e o acondicionamento das amostras. (a) Becker com capacidade para 100 mL, com 50 mL de solo; (b) recipiente plástico para a lavagem do solo; (c) peneiramento; (d) tubo balanceado; (e) tubo após primeira centrifugação; (f) drenagem do sobrenadante; (g) ressusensão do material em solução de sacarose a 50%; (h) tubo balanceado; (i) passagem do sobrenadante em peneira de 0.053 mm; (j) lavagem do material retido na peneira, utilizado água destilada; (k) armazenamento em recipiente plástico.

4.4 Teor de umidade

Para a avaliação do teor de umidade foram coletadas quatro amostras simples com um trado de amostragem de solo do tipo holandês na profundidade de 0-20 cm, em cada um dos períodos avaliados (março, maio, julho e outubro), de acordo com os pontos do esquema (figura 06), em cada uma das áreas estudadas durante o decorrer deste ano.

Foi retirado, das amostras, uma parcela de aproximadamente 80 a 150 gramas para avaliação dos teores de umidade. Para os testes de umidade foi utilizada a metodologia citada pela EMBRAPA (1997), anotando-se o peso da amostra úmida, colocando-se a amostra em estufa a 105°C por um período de 24 horas e em seguida anotando-se o peso da amostra seca. A diferença percentual de peso entre as pesagens antes e depois da secagem define a porcentagem de umidade da mistura. A estufa utilizada para as análises de umidade foi a estufa de secagem, localizada no laboratório de irrigação e drenagem da IFSMG em Inconfidentes/MG.

4.5 Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido esquema fatorial 4x3, sendo quatro estações de coleta analisadas (verão, outono e inverno) em três sistemas de cultivo estudados (safra-zero, convencional e orgânica), realizando-se doze amostras em cada por estação. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, usando-se o programa Sisvar 4.0 (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise dos dados encontrados nos experimentos efetuadas em quatro estações do ano que apresentou um teor médio de umidade de 23%, foi possível constatar uma maior densidade de esporos e ácaros no sistema de produção orgânico e com uma menor densidade de nematóides. Em contrapartida, na produção convencional observou-se as menores densidades de esporos e ácaros e maior valor para nematóides (Tabela 01).

Tabela 01. Número médio de esporos micorrízicos, ácaros e nematóides presentes em 50ml de solo sob sistemas de cultivo cafeeiro por ano.

Sistemas de cultivo	Organismos de solo		
	Esporos micorrízicos	Ácaros de solo	Nematóides
Convencional	2,93 a	2,93 a	17,00 c
Safra-zero	7,06 b	4,62 b	13,31 b
Orgânico	13,62 c	6,31 c	8,00 a
CV(%)	21,23	14,24	11,47
Erro Padrão	0,83	0,33	0,73

Os FMAs e os nematóides parasitas de plantas podem estar simultaneamente associados às raízes, motivo pelo qual deve ser considerado o efeito combinado dos dois grupos de organismos sobre o desenvolvimento da planta. A maioria dos estudos envolvendo a interação micorriza-nematóide foi realizada com espécies de *Meloidogyne* (REID, 1990). Os resultados disponíveis sobre a atuação de FMA na proteção de plantas contra nematóides têm sido diversos, mas indicam, em geral, efeito benéfico da micorrização. Nesse sentido, vários autores comprovaram que a associação micorrízica leva à redução dos danos produzidos por nematóides fitopatogênicos em diversas culturas de interesse econômico.

As interações entre planta, nematóide, FMA e demais organismos da rizosfera, bem como os mecanismos envolvidos nesses processos, apresentam elevada complexidade, daí a necessidade de estudos integrados. Considerando que a utilização de FMA é promissora para diminuição do ataque de nematóides, estudos devem prosseguir no sentido de identificar as

melhores estratégias para aproveitamento do potencial benéfico da micorrização. Como o controle de nematóides é difícil e oneroso, a inoculação de mudas com FMA, antes do transplante para o campo, pode se constituir em alternativa valiosa como componente do controle integrado, tendo em vista que na maioria dos estudos realizados houve redução dos danos. Além disso, os FMA apresentam uma característica importante, a resistência a nematicidas (HABTE & MANJUNATH, 1988).

5.1 Esporos Micorrízicos

Verificou-se no presente estudo que houve uma maior ocorrência de esporos no sistema de cultivo orgânico em todas as épocas estudadas, destacando-se no outono com média de 16,5 esporos, estação na qual todos os sistemas apresentaram uma tendência de maiores valores. A produção convencional apresentou os menores valores médios (2) no inverno e sua maior densidade no outono (3,75) e o sistema de produção safra-zero apresentou valores intermediários entre os outros 2 sistemas de produção cafeeiros estudados (Tabela 02).

Tabela 02. Número médio de esporos micorrízicos presentes no solo sob sistemas de cultivo cafeeiro em três estações do ano.

Sistemas de cultivo	Número médio de esporos micorrízicos			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Convencional	3,25 a	3,75 a	2,0 a	2,75 a
Safra-zero	7,75 b	8,25 b	5,5 b	6,75 b
Orgânico	14,75 c	16,5 c	10,75 c	12,5 c
CV(%)	19,12	20,61	21,75	20,58
Erro Padrão	0,82	0,97	0,66	0,75

COLOZZI-FILHO (1999) observou em seus estudos que no verão (fev/1996) a esporulação no solo foi menor, pois é época de maior crescimento vegetativo das culturas e após o florescimento do cafeeiro, o número de esporos recuperados no solo foi maior, supostamente na época do outono, assemelhando-se aos resultados encontrados.

Constatou-se uma alta densidade de esporos presentes na rizosfera dos diferentes sistemas de produção cafeeiro, no decorrer dos períodos avaliados, variando de 2 a 20 esporos por 50mL de solo seco, valores estes consideráveis que contribuíram em parte à indicação de equilíbrio existente nos monocultivos que mesmo manejados convencionalmente, semelhantes aos valores obtidos em estudos realizados da variabilidade da densidade de esporos micorrízicos associada ao cafeeiro, anteriormente constatada por LOPES et al. (1983), FERNANDES (1987) numa faixa de 2 a 25 e 2 a 38 esporos por 100 mL de solo,

respectivamente e inferiores aos encontrados por DURAZZINI et al. (2009), de 100 a 143 esporos por 50 mL de solo.

De modo geral, sabe-se que o efeito de pesticidas sobre os FMAs, pode variar de acordo com o modo de ação e da taxa de frequência de aplicação. Contudo, os herbicidas geralmente não possuem efeitos inibitórios, podendo alguns até mesmo estimular a colonização; os nematicidas e inseticidas, também não exercem efeitos adversos quando aplicados nas dosagens recomendadas; já os fungicidas, apresentam efeitos muito variados de acordo com seu modo de ação (SIQUEIRA, 1994).

5.2 Nematóides

Observou-se nos sistemas produtivos estudados uma maior densidade de nematóides na área de produção convencional, semelhantes aos valores do sistema safra-zero e os menores valores na produção orgânica, apresentando uma tendência dos maiores valores, para todos os sistemas, no verão (Tabela 03).

Tabela 03. Número médio de Nematóides presentes no solo sob diferentes sistemas de cultivo cafeeiro em quatro estações do ano.

Sistemas de cultivo	Número médio de nematóides de solo			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Convencional	18,5 b	17,50 b	15,25 b	16,75 b
Safra-zero	15,5 b	13,75 b	11,25 b	12,75 b
Orgânico	9,5 a	8,25 a	6,75 a	7,5 a
CV(%)	17,95	22,43	22,56	21,37
Erro Padrão	1,30	1,47	1,25	1,31

Na maioria das vezes, o controle de fitonematóides em cafezais é ineficiente e se a área estiver contaminada é praticamente impossível eliminá-los (GONÇALVES & SILVAROLLA, 2001). Para GONÇALVES et al. (1998) as estratégias de manejo para se diminuir a população de nematóides são: cultural, biológico, químico e genético, sendo o último o mais eficiente e viável economicamente, entretanto a principal estratégia de manejo ainda é evitar a disseminação de fitonematóides por solos, águas e culturas.

É de grande importância o conhecimento dos fatores limitantes do processo produtivo do café, pois eles podem variar de acordo com a região ou sistema de produção. Dentre esses fatores pode-se citar a ocorrência de fitonematóides associados às raízes de cafeeiros no Brasil, sendo que as espécies dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* são as mais prejudiciais à cafeicultura. Os fitonematóides têm se adaptado e são capazes de sobreviver à

variação extrema de estresses físico-ambiental. A sobrevivência de nematóides, na ausência do hospedeiro, é garantida em determinadas fases do ciclo de vida destes organismos, onde algumas espécies adotam estratégias de sobrevivência, destacando a dormência, que inclui quiescência e diapausa, garantido pelos ovos do gênero *Meloidogyne*, caso as condições sejam desfavoráveis (AMORIM, 1995).

A infecção e o posterior desenvolvimento de doenças em plantas podem ser influenciados pelo teor de umidade no solo. A umidade é o fator abiótico que mais afeta as populações de nematóides (NORTON, 1979). O gênero *Meloidogyne* engloba as espécies de nematóides formadoras de galhas em plantas, destacando-se *M. incognita*, *M. javanica*, *M. exigua*, *M. hapla*, entre outras. Os nematóides desse gênero apresentam marcante dimorfismo sexual e parasitam mais de 2.000 espécies de plantas, incluindo praticamente todas as plantas cultivadas e várias ervas daninhas (AGRIOS, 1997).

Espécies de outros nematóides também são encontradas na rizosfera de cafeeiros (GARCIA, 1987), porém CARNEIRO et al. (1992) em levantamento realizado em cafezais do Estado Paraná citaram a presença de *M. exigua*, *M. incognita* e de uma população de *M. incognita* com alguns caracteres morfológico atípicos. OTOBONI et al. (1994) em áreas de café da estação Experimental do IAC-SP, constataram que a maioria das áreas estavam parasitadas por *Meloidogyne* spp.

5.3 Ácaros

De acordo com os dados coletados foi possível observar que houve uma maior densidade de ácaros no sistema de produção orgânico e os menores valores detectados na produção convencional, com uma tendência, para todos os sistemas de cultivo, dos maiores valores apresentados no verão (Tabela 04).

Tabela 04. Número médio de ácaros presentes no solo sob sistemas de cultivo cafeeiro em três estações do ano.

Sistemas de cultivo	Número médio de ácaros em solo			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Convencional	3,5 a	3,25 a	2,25 a	2,75 a
Safra-zero	5,5 b	5,0 a	3,75 a	4,25 a
Orgânico	7,0 b	6,5 a	5,5 b	6,25 b
CV(%)	27,95	31,62	28,18	33,96
Erro Padrão	0,74	0,77	0,54	0,75

Ao estudar as espécies de ácaros associados ao cafeeiro em dois municípios de Minas Gerais, PALLINI FILHO et al. (1992) verificaram diferenças marcantes na composição das espécies, porém no presente estudo foi possível verificar apenas a presença de ninfas no solo, ou seja, ácaros em fase jovem, não demonstrando as diferenças na composição da acaro fauna dos locais em estudo.

Apesar de serem amplamente distribuídos geograficamente, de ocorrência em todo ecossistema terrestre, a densidade de ácaros de acordo com KRANTZ (1978), foi influenciada positivamente pelas melhores condições físicas e químicas como constatadas nos resultados das análises das áreas cafeeiras em estudo e segundo PRIMAVESI (1990) a grande densidade de ácaros no solo justifica-se porque o número e as espécies de organismos presentes em um solo são determinados, em grande parte, pela alimentação disponível e, quanto maior o teor de matéria orgânica e melhor sua qualidade, tanto mais organismos haverá.

Entre os predadores, destacam-se os ácaros da família *Phytoseiidae* que, além da riqueza de espécies, são considerados importantes inimigos naturais de ácaros fitófagos. Ácaros predadores de outras famílias, tais como *Stigmaeidae*, *Cunaxidae*, *Bdellidae*, *Ascidae*, e *Cheyletidae* também têm sido observados em cafeeiro e podem estar contribuindo para o controle biológico natural de *B. phoenicis* e *O. ilicis* (PALLINI FILHO et al., 1992; MINEIRO et al., 2006).

A maximização do uso de microrganismos, entre os quais se destacam os fungos micorrízicos, e dos processos biológicos que ocorrem no solo, constitui uma das estratégias da agricultura sustentável, onde se busca garantir maior produção das culturas, com redução do emprego de insumos agrícolas industrializados que representam riscos para o ambiente e encarecem o produto final (SIQUEIRA, 1993).

Nesse contexto, o potencial biotecnológico da associação micorrízica é evidenciado, sobretudo, pelo impacto que esta pode exercer tanto a nível agrícola, aumentando a produção, quanto a nível ambiental, propiciando a melhoria da qualidade dos ecossistemas.

6. CONCLUSÕES

O sistema de manejo adotado em cada área estudada apresentou influência sobre a densidade de esporos micorrízicos, nematóides e ácaros.

Os maiores valores de densidade de esporos foram encontrados no período do outono, para todos os sistemas de produção.

As maiores densidade de nematóides e ácaros foram encontradas no período do verão, em todos os sistemas cafeeiros de produção.

O sistema de produção orgânico apresentou os maiores valores médios de ocorrência de esporos e ácaros, proporcionando a menor densidade de nematóides, independente da estação em estudo.

A área sob cultivo cafeeiro convencional proporcionou os menores números de esporos no inverno e ácaros no verão, apresentando os maiores valores médios de ocorrência de nematóides, também no verão.

O sistema de produção safra-zero apresentou todos os seus resultados médios com tendência ou semelhança ao sistema convencional, para as densidades de nematóides e ácaros.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café; **A história do café - origem e trajetória.** Disponível em: http://www.abic.com.br/scafe_historia.html Acessado em 25/10/2009

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology.** 4th ed. New York. Academic Press. 1997.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** Rio de Janeiro: PTA/ FASE, 1989.

AMORIM, L. Sobrevivência do inóculo. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H. & Amorim, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos.** 3. ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995. v.1, pp.246-267.

ANDERSON, A.J. Mycorrhizae – host specificity and recognition. In: Symposium on Interactions of Mycorrhizal Fungi with Soilborne Plant Pathogens and Other Organisms. **Phytopathology**, v.78, p.375-378, 1988.

BELL, T., NEWMAN, J. A., SILVERMAN, B. W., TURNER, S. I., LILEY, A. K. The contribution of species richness and composition to bacterial services. **Nature**, V. 436, p. 1157-1160, 2005.

CAMPOS, V. P.; SIVAPALAN, P.; GNANAPRAGASAM, N. C. Nematodes parasites of coffee, cocoa and tea. In: LUC, M.; BRIDGE, J.; SIKORA, R. (eds). **Plant parasitic nematodes in tropical and subtropical.** London: CAB International, 1990. p. 387-430.

CANHOS, V. P. Grupo de Trabalho Temático: **Microrganismos e Biodiversidade de Solos** BDT. In: Estratégia Nacional de Diversidade Biológica. Campinas: Unicamp, 1998.

CARDOSO, E.J.B.N. **Ecologia microbiana do solo.** In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Coord.) Microbiologia do solo. Campinas: SBCS, 1992. cap.3, p.33-39.

CARNEIRO, R. G. ALTÉIA, A. A K., BRITO, J. A. Levantamento da ocorrência e da frequência de espécies e raças fisiológicas de Meloidogyne no Nordeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992, Lavras. **Resumos...** Lavras: SBN, 1992. p. 44.

CARVAJAL, J.F. **Cafeto – cultivo y fertilización.** Berna/Suíça. Instituto Internacional de La Potasa, 1972, 141 p.

COELHO, Fernando S.; VERLENGIA, Flávio. **Fertilização das principais culturas.** In Fertilidade do Solo. 2 Ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. Cap 16. p187 – 303.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A. **Fundamentals on soil ecology.** London: Academic Press, 1996. 205p.

COLOZZI-FILHO, A. **Dinâmica populacional de fungos micorrízicos arbusculares no agrossistema cafeeiro e adubação verde com leguminosas.** Piracicaba : ESALQ, 106p. 1999 (Tese de Doutorado).

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento; **Acompanhamento da Safra Brasileira Café:** segunda estimativa, maio/2009. Brasília: CONAB, 2009.

CURRY, J.P.; GOOD, J. A soil faunal degradation and restoration. **Advances in Soil Science**, v.17, p. 171-215, 1992.

DAVIDE, R. G. **Overview of nematodes as limiting factor in Musa production.** In: FRISON, E.A.; HORRY, J.P.; DE WAELE, D. (Eds.). New frontiers in resistance breeding for nematode, fusarium and sigatoka., Montpellier:Inibap, 1996. p. 27-31.

DURAZZINI, A.M.S.; PEREIRA, J.M.; ROCHA, L.C.D. & PEREIRA, A.J. Fungos Micorrízicos Arbusculares em solos sob diferentes cultivos. **Revista Agrogeoambiental**, Inconfidentes, v.01, n. 01, p.1-7, 2009.

DURAZZINI, A.M.S.; **Fungos Micorrízicos Arbusculares em solos sob diferentes cultivos.** Monografia, 38p. Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes-MG. Inconfidentes-MG, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos,1997. **Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro, 212p. (Embrapa- CNPS. Documento,1).

EMBRAPA. **Agricultura orgânica.** 2008. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/cafe/fundamentos.htm>. Acesso em 20/10/2009.

EMBRAPA. **Distribuição Geográfica de Nematóides no Brasil.** Brasília, 2002. Disponível em: <http://icewall2.cenargen.embrapa.br:83/nemweb/nemhtml/nmbd02a.asp>. Acesso em 03/10/2009.

EVANS, G.O. **Principles of acarology.** Oxon: CAB International, 1992. 563p.

FAVARIN, J.L. **Cadeia Produtiva do café.** Departamento de Produção Vegetal ESALQ/USP, aula, Piracicaba: ESALQ/USP, 2004, 45p.

FERNANDES, A.B. **Micorrizas vesicular-arbusculares em cafeeiro da região sul do Estado de Minas Gerais.** Lavras : ESAL, 1987. 98p. Dissertação de Mestrado.

FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações.** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005. 438p.

FERRÃO, M. A. G., et al.; **Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoração das lavouras no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2008. 56 p. (Incaper Circular Técnica, 05-I)

FERREIRA, D. F.; Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.

FONSECA, M. F. de A. C. **A construção social do mercado de alimentos orgânicos: estratégias dos diferentes atores da rede de produção e comercialização de frutas, legumes e verduras (FLV) in natura no estado do Rio de Janeiro**. 2000. 235 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro:

FUNCAFÉ – Fundo de Defesa da Economia Cafeeira; **Relatório de atividades**. 2008, 101p.

GARCIA, A. **Levantamento da população de fitonematóides em lavouras de café da região de Marília. Jaboticabal**, 1987. 36 f. Trabalho de graduação (Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1987.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.6,p. 235-246, 1963.

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. **Nematóides parasitos do cafeeiro**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. cap. 7. p. 199 – 268.

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B.; LIMA, M. M. A. de. Estratégias visando a implementação do manejo integrado dos nematóides parasitos do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 36-47, 1998.

GONÇALVES, W.; THOMAZIELLO, R. A.; MORAES, M. V.; FERNANDES, J.A.E.; COSTA, A.M.; CORSI, T.; JUNQUEIRA, C.A. & LACERDA, L.A.O. Estimativas de danos ocasionados pelos nematóides do cafeeiro. In: VI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras de Ribeirão Preto, **Anais...** São Paulo, Brasil – IBC /GERCA: 182-186. 1978.

GRAMINHA, E. B. N.; MAIA, A. S.; SANTOS, J. M.; CÂNDIDO, R. C.; SILVA, G. F.; COSTA, A. J.; Avaliação in vitro da patogenicidade de fungos predadores de nematóides parasitos de animais domésticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.22, n.1, p.11-16, jan./jun. 2001.

GRIEG, M. D. **Café: histórico, negócios e elite**. São Paulo: Olho d'Água, 2000. 189p.

GUIMARÃES, G.C. **A lavoura cafeeira sob o Sistema Safra Zero: Análise Técnica e Econômica**, Monografia, 34p. Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes-MG. Inconfidentes-MG, 2008.

HABTE, M. & MANJUNATH, A. **Influence of phenamiphos on the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis in Leucaena leucocephala. Biology and Fertility of Soils**. v.5, p.313-316, 1988.

IGREJA, A. C. M.; BLISKA, F. M. M. **Impactos da adoção de novas tecnologias na distribuição geográfica e na estrutura da cafeicultura brasileira.** In: I Encontro de Estudos Regionais e Urbanos. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2001.

JANOS, D.P. Mycorrhizae influence tropical succession. **Biotropica**, v.12, supl.2, p.56-64, 1980.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-floatation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, v.48, n.8,p.692-694, 1964.

KHATOUNIAN, C. A. Estratégias de conversão para a agricultura orgânica. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 2.; ENCONTRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 1., 1999, **Anais...** São Paulo. Agricultura ecológica. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999. p. 57-71.

KRANTZ, G. W. **A manual of acarology.** 2. ed. Corvallis: Oregon State University BookStores, 1978. 509 p.

KOËPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde.** Zweite verbesserte auflage der "Klimate der Erde". Berlin: Walter De Gruite Co, 1931.

LIMA, P. C. et al. Estabelecimento de cafezal orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.214/215, p.33-52, jan./ abr. 2002.

LOPES ASSAD, M.L. **Fauna do solo.** In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) *Biologia dos solos dos Cerrados.* Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1997. cap. 7, p.363-444.

LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; DIAS, R. & SCHENCK, N.C. Occurrence and distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in central São Paulo State, Brazil. **Turrialba**, San José, v.33, p.417-422, 1983.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas.** 8ed. São Paulo: Nobel, 1984. 314p.

LORDELLO, L.G.E., MONTEIRO, A. R. **Informação preliminar sobre um nematóide nocivo ao cafeeiro.** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 13-15, 1974.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) **Informe estatístico do café.** Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/SERVICOS/PORTAL_AGRONEGOCIO_CAFE/PORT_AGRO_CAFE_REL_ESTATISTICAS/INFORME%20CAF%C9%20-%20SETEMBRO-09_0.XLS. Acesso em 20/10/2009.

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: Procafé, 2002. 387p.

McSORLEY, R.; PARRADO, J. L. *Helicotylenchus multicinctus* on bananas: an international problem. **Nematropica**, v. 16, n. 1, p. 73-91, 1986.

MINEIRO, J.L.C.; S ATO, M.E.; R AGA, A.; A RTHUR, V.; M ORAES, G.J. DE; SARRETA, F.O.; CARRIJO, A. Diversidade de ácaros (Arachnida: Acari) em *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo, nos municípios de Jeriquara e Garça, Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v.6, n.2., 2006.

MORAES, G. J. ; FLECHTMANN, C. H. W.; **Manual de Acarologia. Acarologia básica e Ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. 1. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora Ltda., 2008. v. 1. 288 p.

NORTON, D.C. Relationship of physical and chemical factors to populations of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**. v.17, p.279-299, 1979.

OIRSA 2001; **Manual Técnico de buenas practicas de cultivo en café orgánico (Dirigido a profesionales)**. Acessado em 10/10/2009. Disponível em: <http://ns1.oirsa.org.sv/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALCAFEORGANICOparaprofesionales.pdf>

OLIVEIRA, A.R. **Efeito do *Baculovirus anticarsia* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) na cultura da soja**. São Paulo, 1999. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, E.G.; COSTA, T.E. **Manual de podas do cafeeiro**. Belo Horizonte: Bayer cropscience, 2001.

OLIVEIRA, M. R. V.; LIMA, L. H. C.; BATISTA, M. F.; MARTINS, O. M. **Diretrizes para o monitoramento e o registro de praga em áreas do sistema produtivo agrícola brasileiro**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 47 p. (Documentos, 120).

OTOBONI, C. E. de M. **Ocorrência de Fitonematóides e Identificação dos Fenótipos Isoenzimáticos de *Meloidogyne spp.* parasitos do cafeeiro na Estação Experimental de Pindorama (IAC) , SP**. 1994. 61 f. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

PALLINI FILHO, A.; MORAES, G.J. DE; BUENO, V.H.P. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no sul de Minas Gerais. **Ciência & Prática**, v.16, p.303-307, 1992.

PASCHOAL, A.D. *et al.* **Fundamentos de zoologia agrícola e parasitologia: animais do meio rural e sua importância**. Piracicaba: DECALQ, 1996. 98p.

PINOCHET, J. A note on nematode control practice on bananas in Central América. **Nematropica**, v. 16, n. 2, p. 197-203, 1986.

PRADO, H.do. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo**. 4.ed. Piracicaba, 282 p., 2005.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1990, 549p.

RADDATZ, E. 2007. **VAM, y la resistencia de las plantas contra causantes de daños**. Cali Colombia, 23p.

REID, C.P.P. **Mycorrhizas**. In: Lynch, S.M. (Ed.) *The Rhizosphere*. London. Wiley-Liss. 1990. p.282-315.

SAES, M.S.M.; FARINA, E.M.M. Q. **O agribusiness do café no Brasil**. São Paulo : Milkbizz, 1999. 230p.

SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **Overview of the international Meloidogyne project (1975-1984)**. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (Eds.). *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985, v. 1, p. 19-24.

SILVA, L.X. da.; FIGUEIREDO, M.V.B.; SILVA, G.A; GOTO, B.T.; OLIVEIRA, J.P.; BURITY, H.A. Fungos micorrízicos arbusculares em áreas de plantio de leucena e sabia na estado de Pernambuco. **Revista Arvore**, Viçosa, v.31, p.427-435, 2007.

SIMON, L.; BOUSQUET, J.; LÉVESQUE, R.C. & LALONDE, M. **Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants**. *Nature*, London, 363:67-69, 1993.

SIQUEIRA, J.O. Fisiologia e bioquímica de micorrizas vesículo-arbusculares: alguns aspectos da relação fungo-planta e absorção de fósforo. In: Reunião Brasileira de Micorrizas, 4, 1991, Mendes. **Anais...** Itaguaí: EMBRAPA-CNPBS, p.01-27,1991.

SIQUEIRA, J.O. **Micorrizas arbusculares**. In.: ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. *Microrganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa, p.151-194, 1994. (Documentos, 44).

SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A. & OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.1499-1506, 1989.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e Perspectivas**. Lavras: Esal/Faepe, 236p.,1988

SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, P.T.G. Ecology and application of VAM fungi in coffee crop in Brazil. In: North American Conference on Mycorrhizae, 9, 1993, Guelph. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 78 p., 1993.

STÜRMER,S.L.; SIQUEIRA, J.O. **Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems**. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. ; BRUSSAARD, L. (Ed). *Soil biodiversity in Amazonian and Brazilian ecosystems*. CABI-Publishing, p. 206-236, 2006.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne species*)**. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1978. 111p.

TEIXEIRA, L.B.; SCHUBART, H.O.R. **Mesofauna do solo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia Central**. Boletim de Pesquisa EMBRAPA CPATU, n.95, p. 1-16, 1988.

THOMAZIELLO, R.A. **Poda: programa safra zero**. Disponível em: http://www.megaagro.com.br/cafe/art_poda_prog_saf_zero.asp. Acesso em 23/10/2009.

TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 3 .ed. São Paulo: Nobel, 1983. 221p.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**, 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 473p.

TITI, A.E.L.; BOLLER, E.F.; GENDRIER, J.P. **Producción integrada: principios y directrices técnicas**. Dijon: IOBC/WPRS, 1995. 22p.

TOLEDO FILHO, J.A.T.; OLIVEIRA, E.G.; COSTA, T.E.; THOMAZIELLO, R.A. **Poda e condução do cafeeiro**. Campinas: CATI, 2001. 35p.

TRAPPE, J.M.; FOGEL, R. D. **Ecosystematic functions of mycorrhizae**. In: _____. "The below ground ecosystem: A synthesis of plant-associated porcesses". Range Sci., Dep. For. Ser. 26, p.205-214, 1977.

WALLWORK, J.A. **The distribution and diversity of soil fauna**. London: Academic Press, 1976. 355 p.

WHITEHEAD, A. G. **Sedentary Endoparasites of Roots and Tubers (*Meloidogyne e Nacobbus*)**. In: CAB INTERNATIONAL. Plant Nematode Control. Wallingford: CAB, 1997. p. 209-260.

WILSON, J.M.; TOMMERUP, I.C. **Interactions between fungal symbionts: VA mycorrhizae**. In: ALLEN, M. F. Mycorrhizal Functioning. London: Chapman Hall, p.199-248, 1992.

ZAMORA, R.D.; CAMPOS, C.F. Seminario sobre nutrición mineral del café. **División Agropecuaria Guatemalteca**. Guatemala. 1978. 76p.