ISSN 1809-6875

COFFEE SCIENCE

Volume 7, Número 2, 2012

ISSN 1809-6875

COFFEE SCIENCE

Endereço/*Adress*

COFFEE SCIENCE
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037
37200-000 Lavras, MG, Brasil

Fone: +55 35 3829-1784
e-mail: coffeescience@dag.ufla.br
http://www.coffeescience.ufla.br

COFFEE SCIENCE

COFFEE SCIENCE é uma publicação quadrimestral, vinculada à Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café-CBP&D/Café, que tem por objetivo publicar artigos originais completos que contribuam para o desenvolvimento da cafeicultura nas diferentes áreas. É indexada na AGROBASE/BINAGRI, AGRIS/CARIS, BIBLIOTECA NACIONAL, IBICT/SEER, CAB ABSTRACTS (CABI – Commonwealth Agricultural Bureaux International), LATINDEX (Regional System of on-line Information for Scientific Publication of Latin America, Caribean, Spain and Portugal), PERIÓDICA (Indice de Revistas Latino Americanas em Ciências), SCOPUS-Elsevier and DOAJ (Directory of Open Access Journals).

Issued every four months, ***COFFEE SCIENCE*** is a journal linked to the Federal University of Lavras (Lavras, Minas Gerais state, Brazil) and to the Brazilian Consortium for Research and Development in Coffee – CBP&D/Café, which publishes original articles that contribute to the development of coffee production in different areas. COFFEE SCIENCE is indexed to AGROBASE/BINAGRI, AGRIS/CARIS, BIBLIOTECA NACIONAL, IBICT/SEER, CAB ABSTRACTS (CABI – Commonwealth Agricultural Bureaux International), LATINDEX (Regional System of on-line Information for Scientific Publication of Latin America, Caribbean, Spain and Portugal), PERIÓDICA (Indice de revistas Latino Americanas em Ciências), SCOPUS-Elsevier and DOAJ (Directory of Open Access Journals).

Circulação/*Distribution*
Biblioteca Central da UFLA

Impressão/*Printing*
Indi Gráfica Editora Ltda – Lavras, MG.

Disponível na WEB/*Available in the web site*
http://www.coffeescience.ufla.br

Indexado em:/Indexed in:
SCOPUS – Elsevier
DOAJ – Directory of Open Access Journals
AGROBASE – Base de Dados da Agricultura Brasileira (Brasil)
AGRIS-FAO – International Information System for the Agricultural Sciences and Technology (Itália)
CAB ABSTRACTS (CABI - Commonwealth Agricultural Bureaux International)
LANTINDEX (Regional System of on-line Information for Scientific Publications of Latin America, Caribbean, Spain and Portugal)
PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas em Ciências)

Ficha catalográfica /Catalog form
Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca da UFLA

Coffee Science. – v. 7, n. 2 (maio/ago. 2012)- . – Lavras : Editora UFLA, 2006- .
v. : il. ; 27cm.

Trimestral: v. 1, n. 1, 2006. Semestral: a partir do v. 1, n. 2, 2006. Quadrimestral: a partir do v. 5, n. 1, 2010.
ISSN: 1809-6875

1. Cafeicultura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café.

CDD-633.73

Solicita-se permuta/ *Exchange desired* **Tiragem/** *Quantitiy issued per print*: 500

COFFEE SCIENCE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Ministério da Educação
Ministro: Aloizio Mercadante
Reitor: José Roberto Soares Scolforo
Vice-Reitora: Édila Vilela de Resende Von Pinho
Pró-Reitoria de Pesquisa: José Maria de Lima

Consórcio Pesquisa Café
Presidente do Conselho Diretor: Pedro Antônio Arraes Pereira

Embrapa Café
Gerente Geral: Gabriel Ferreira Bartholo
Gerente Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Antônio Fernando Guerra
Gerente Adjunto de Transferência de Tecnologia: Lucas Tadeu Ferreira
Gerente Adjunto de Administração: Walmir Luiz Rodrigues Gomes

Editora UFLA
Diretoria Executiva
Renato Paiva

COFFEE SCIENCE
Comissão Editorial/*Editorial board*

Editor-Chefe/*Editor-in-chief*
Rubens José Guimarães – Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil

Editores-Executivos/*Executive-editors*
Antônio Nazareno Guimarães Mendes - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil
Flávio Meira Borém – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil
Helena Maria Ramos Alves – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília-DF, Brasil
Luiz Gonzaga de Castro Júnior - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil
Marcelo Ribeiro Malta - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Lavras-MG, Brasil
Maurício Sérgio Zacarias – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília-DF, Brasil
Myriane Stella Scalco – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil
Samuel Pereira de Carvalho – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil

Secretaria/*Secretary*
Renata Kelly Silva Rezende

Editoração/*Editorship*
Fernanda Campos Pereira

Revisão de Português/*Portuguese language review*
Jane Cherem

Revisão de Inglês/*English language review*
David Keith Crouse

Revisão de Referências Bibliográficas/*Revision of citations and references*
Márcio Barbosa Assis

Nomenclatura Científica/*Scientific Nomenclature*
Douglas Antônio de Carvalho

Apoio/*Supported by*
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG
Pólo de Excelência do Café

COFFEE SCIENCE

Editores Científicos/*Scientific-editors*

Alemar Braga Rena, UFV, Viçosa, MG
Amauri Alves de Alvarenga, UFLA, Lavras, MG
André Luis Teixeira Fernandes, UNIUBE, Uberaba, MG
Antônio Nazareno Guimarães Mendes, UFLA, Lavras, MG
Armando Androciolli Filho, IAPAR, Londrina, PR
Augusto Ramalho Morais, UFLA, Lavras, MG
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, EMBRAPA CAFÉ, Venda Nova do Imigrante, ES
Carlos Henrique Siqueira de Carvalho, EMBRAPA, Brasília, DF
Édila Vilela de Resende Von Pinho, UFLA, Lavras, MG
Everardo Chartuni Mantovani, UFV,Viçosa, MG
Fábio Moreira da Silva, UFLA, Lavras, MG
Flávia Maria Avelar Gonçalves, UFLA, Lavras, MG
Flávia Maria de Mello Bliska, IAC, Campinas, SP
Gabriel Ferreira Bartholo, EMBRAPA, Brasília, DF
Itamar Ferreira de Souza, UFLA, Lavras, MG
Janice Guedes de Carvalho, UFLA, Lavras, MG
João Batista Silva Araújo, INCAPER, Venda Nova do Imigrante, ES
Laércio Zambolim, UFV, Viçosa, MG
Leandro Carlos Paiva, IFSM, Machado, MG
Lílian Padilha, EMBRAPA CAFÉ, Varginha, MG
Ludwig Heinrich Pfenning, UFLA, Lavras, MG
Luiz Gonzaga de Castro Júnior, UFLA, Lavras, MG
Manoel Alves de Faria, UFLA, Lavras, MG
Maria Amélia Gava Ferrão, EMBRAPA CAFÉ, Venda Nova do Imigrante, ES
Marilusa Pinto Coelho Lacerda, UNB, Brasília, DF
Mário Lúcio Vilela de Resende, UFLA, Lavras, MG
Mário Massayuki Inomoto, ESALQ/USP, Piracicaba, SP
Marta dos Santos Freire Ricci, EMBRAPA AGROBIOLOGIA, Seropédica, RJ
Maurício Alves Moreira, INPE, São José dos Campos, SP
Mirian Peres Maluf, EMBRAPA CAFÉ, Campinas, SP
Paulo Caramori, IAPAR, Londrina, PR
Paulo César Afonso Júnior, EMBRAPA, Brasília, DF
Paulo Rebelles Reis, EPAMIG, Lavras, MG
Ronaldo Alves Libânio, UFLA, Lavras, MG
Rosane Freitas Schwan, UFLA, Lavras, MG
Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira, UFLA, Lavras, MG
Sara Maria Chalfoun, EPAMIG, Lavras, MG
Sônia Maria de Lima Salgado, EPAMIG, Lavras, MG
Stella Dellyzete Veiga Franco da Rosa, EMBRAPA, Brasília, DF
Sylvana Naomi Matsumoto, UESB, Vitória da Conquista, BA
Vanessa Cristina de Almeida Theodoro, UNEMAT, Nova Xavantina, MT
Wander Eustáquio de Bastos Andrade, PESAGRO, Campos dos Goytacazes, RJ

COFFEE SCIENCE

SUMÁRIO/*SUMMARY*

01 - Moscas-das-frutas em cultivares de cafeeiros de Presidente Prudente, SP.
Fruit-flies in coffee cultivars in Presidente Prudente, SP.
Sônia Maria Nalesso Marangoni Montes, Adalton Raga, Miguel Francisco de Souza- Filho, Pedro C. Strikis, Pedro César dos Santos..... 99

02 - Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no Sul de Minas Gerais
Influence of harvest mechanization in economic and financial viability of coffee farming in Southern Minas Gerais
Giovani Blasi Martino Lanna, Ricardo Pereira Reis..... 110

03 - Espacialização e dinâmica da cafeicultura mineira entre 1990 e 2008, utilizando técnicas de geoprocessamento
Dynamics and spatialization of the coffee production of Minas Gerais state between 1990 and 2008 using geotechnologies
Vanessa Cristina Oliveira Souza, Tatiana Grossi Chquiloff Vieira, Margarete Marin Lordelo Volpato, Helena Maria Ramos Alves..... 122

04 - Nitidulidae (COLEOPTERA) associados a frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)
Sap beetles (COLEOPTERA) nitidulidae in coffee fruits (*Coffea arabica L.*)
Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes, Daniela de Cassia Bená, Rogéria Inês Rosa Lara, Sergio Ide, Nelson Wanderley Perioto..... 135

05 - Diagnóstico físico-ambiental da cafeicultura no estado de Minas Gerais - Brasil
Physic-environmental diagnosis of coffee crop in the state of Minas Gerais - Brazil
Tiago Bernardes, Maurício Alves Moreira, Marcos Adami, Bernardo Friedrich Theodor Rudorff..... 139

06 - Pigments, total soluble phenols and lignin levels of coffee seedlings inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*
Pigmentos, fenóis solúveis totais e lignina em plântulas de cafeeiro inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*
Fernanda Gonçalves Martins Maia, Cláudio Ogoshi, Jucilayne Fernandes Vieira, Rosana Oliveira Pierre, Jader Braga Maia, Pedro Martins Ribeiro Júnior, Mário Sobral de Abreu..... 152

07 - Avaliações preliminares da resistência à cochonilha-da-raiz *Dysmicoccus texensis* em clones de *Coffea canephora* resistentes a *Meloidogyne* spp
Primary evaluation of resistance to the root-mealybug *Dysmicoccus texensis* in *Coffea canephora* clones resistant to *Meloidogyne* spp
Bárbhara Joana dos Reis Fatobene, Oliveiro Guerreiro Filho, Wallace Gonçalves..... 160

COFFEE SCIENCE

08 - Coffees and industrial blends aroma profile discrimination according to the chromatic value
Discriminação do perfil aromático de cafés e misturas industriais de acordo com o valor cromático
Carla Isabel Igreja Rodrigues, Cristina Máguas Hanson, José Manuel Florêncio Nogueira..... 167

09 - Estimativa de parâmetros genéticos em grupos de clones de café Conilon
Genetic parameters estimation in groups of Conilon coffee clones
Wagner Nunes Rodrigues, Marcelo Antonio Tomaz, Romário Gava Ferrão, Maria Amélia Gava Ferrão, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, Fábio Demolinari de Miranda..... 177

10 - Produtos alternativos no controle da *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) e *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke) em cafeeiros orgânicos
Alternative products to control *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) and *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke) in organic coffee
Humberto Godoy Androcioli, Ayres de Oliveira Menezes Júnor, Adriano Thibes Hoshino, Leonardo Godoy Androcioli..... 187

MOSCAS-DAS-FRUTAS EM CULTIVARES DE CAFEEIROS DE PRESIDENTE PRUDENTE, SP.

Sônia Maria Nalesso Marangoni Montes[1], Adalton Raga[2], Miguel Francisco de Souza- Filho[2], Pedro C. Strikis[3] , Pedro César dos Santos[4]

(Recebido: 5 de novembro de 2009 ; aceito 5 de março de 2012)

RESUMO: O cafeeiro é considerado hospedeiro primário da mosca-da-fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e o registro dessa mosca-das-frutas em cafezais no estado de São Paulo vem assumindo importância econômica. Embora haja poucas informações sobre a alteração causada pela mosca na bebida do café, sabe-se que o ataque de moscas-das-frutas provoca a mudança rápida do estágio "cereja" para o de "passa", provocando prejuízos qualitativos na produção de grãos do tipo "cereja descascado". Objetivou-se estudar a dinâmica populacional e diversidade de tefritídeos e lonqueídeos nas cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Icatu Vermelho IAC 4045, Catuaí Vermelho IAC 99, Mundo Novo 388-17-1, Obatã IAC 1669-20, Icatu Amarelo IAC 2944, enxertados sobre Apoatã (IAC 2258) (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e Icatu Vermelho IAC 4045 sem enxertia e Apoatã (IAC 2258) pé franco, com idade aproximada de três anos. O experimento foi desenvolvido em Presidente Prudente, SP, no período de junho de 2006 a julho de 2008. O delineamento estatístico foi blocos ao caso com quatro repetições, no esquema fatorial (três anos X seis cultivares), sendo cada parcela composta por 250 frutos. Esses foram colhidos aleatoriamente em até 100 plantas de cada variedade, para se determinar a associação entre a planta hospedeira e as espécies de tefritídeos/lonqueídeos. As repetições foram tomadas com intervalos de 15 dias. Para dinâmica populacional, utilizaram-se sete armadilhas McPhail®, uma em cada cultivar. Foi coletado um total de 38.295 moscas frugívoras no período de junho de 2006 a julho de 2008, dos quais 37.912 adultos de *C. capitata*, 362 de lonqueídeos e 21 de *Anastrepha* spp., representando 98,99%, 0,95% e 0,05% respectivamente. Foram coletados 36.932 espécimes de *C. capitata* em armadilhas (49,27% machos e 50,73% fêmeas), sendo 83,28% dos espécimes coletados em 2007. Houve picos populacionais de *C. capitata* em maio, junho e julho dos anos estudados. Foram coletados 21 espécimes de *Anastrepha* spp. nas armadilhas: *A. montei* Lima e *A. fraterculus* (Wied.). Nenhum espécime de Lonchaeidae foi coletado em armadilhas. Em 18.000 frutos coletados, foram recuperados 1342 adultos de *C. capitata* e 362 de *Neosilba* (Lonchaeidae): *N. pendula* (Bezzi), *N. zadolicha* McAlpine & Steyskal, *N. inesperata* Strikis & Prado e *N. pradoi* Strikis & Lerena, sendo *N. pendula* de ocorrência nas seis cultivares e *N. inesperata* nas cvs. Icatu Amarelo IAC 2944 e Icatu Vermelho IAC 4045/pé franco. Nenhum espécime de Anastrepha foi coletado em frutos maduros. As cultivares não diferiram entre si quanto à infestação por *C. capitata* e *Neosilba* spp., sendo que, em 2008, foi registrada a maior infestação por *C. capitata*.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha* spp., *Neosilba* spp.

FRUIT-FLIES IN COFFEE CULTIVARS IN PRESIDENTE PRUDENTE, SP.

ABSTRACT: *Coffee is considered the primary host of the Mediterranean fruit fly Ceratitis capitata (Wiedemann). The infestation of C. capitata in the State of São Paulo has reached economic importance in coffee plantations. Although little information about changes caused by the fly on the coffee beverage, it is known that the fruit fly infestation causes rapid change from "cherry" to "raisin" stage, causing qualitative damage on the parchment coffee production. The objective of this work was to study the population dynamics and diversity of Tephritidae and Lonchaeidae in coffee cultivars of Icatu Vermelho IAC 4045, Vermelho IAC 99, Novo Mundo 388-17-1, Obatã IAC 1669-20, Icatu Amarelo IAC 2944, grafted on Apoatã (IAC 2258) (Coffea canephora) and Icatu Vermelho IAC 4045 ungrafted and Apoatã (IAC 2258)-grafted with approximately 3 years. The experiment was conducted in Presidente Prudente, São Paulo State, Brazil, from June 2006 to July 2008. The experimental design was a randomized block with four replications in a factorial design (3 years X 6 cultivars). From each plot of 100 plants we randomly collected 250 mature fruits. The samples were taken at 15 day intervals. The population dynamics were evaluated by using one plastic McPhail trap per cultivar. After 26 months a total of 36,932 specimens of C. capitata were trapped in all cultivars, corresponding to 49.27% males and 50.73% females. Approximately 83.3% of the specimens were collected from January to December 2007. The population fluctuation showed population peaks in May, June and July, relative to fruit ripening period. We trapped 21 specimens of A. montei Lima and A. fraterculus (Wied.). The coffee fruits of Presidente Prudente, SP, are infested by the following species of Lonchaeidae: Neosilba pendula (Bezzi), N. zadolicha McAlpine & Steyskal, N. inesperata Strikis & Prado and Neosilba pradoi Strikis & Lerena. Neosilba pendula occurred in all evaluated cultivars and N. inesperata was recoverd only from Icatu Amarelo IAC 2944 and IAC Icatu Vermelho 4045/un-grafted. No Anastrepha specimen was recovered from the fruits. Cultivars did not differ due to tephritid and lonchaeid infestations, but in 2008 the highest infestation by C. capitata occurred in the field.*

Index terms: *Coffea Arabica, Ceratitis capitata, Anastrepha sp., Neosilba spp.*

---

[1]PRDTA Alta Sorocabana/APTA/SAA - Cx. P. 298 - Presidente Prudente-SP - 19015-970 - soniamontes@apta.sp.gov.br
[2]Centro Experimental Central - IB/APTA/SAA - Cx. P. 70 - Campinas-SP - 13023-200 adalton@biologico.sp.gov.br - miguelf@biologico.sp.gov.br
[3]Universidade Estadual de Campinas /UNICAMP - Departamento de Parasitologia do Instituto de Biologia Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Distrito de Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas-SP - strikis@uol.com.br
[4]Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Av. Brasil - 56 - Ilha Solteira - 15.385-000 - santospc@agr.feis.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

As principais espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) que causam danos à fruticultura paulista, em ordem de importância, são *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *Ceratitis capitata* (Wied.), *A. obliqua* (Macquart) e *A. sororcula* (Zucchi) (SOUZA FILHO et al., 1999). O estado de São Paulo apresenta grande número de espécies vegetais hospedeiras de moscas-das-frutas, amadurecendo os seus frutos em diferentes estações do ano, proporcionando, assim, o aumento da densidade populacional da praga e sua ampla distribuição (SOUZA FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003).

As moscas-das-frutas têm sido registradas em cafezais de diferentes regiões do mundo, especialmente a mosca-do-mediterrâneo *C. capitata*, e vêm assumindo importância econômica em cafezais no Brasil, principalmente na Bahia e Minas Gerais (CIVIDANES; NAKANO; MELO, 1993; TORRES et al., 2010). O cafeeiro é considerado hospedeiro primário de *C. capitata* (RAGA et al., 2002). As fêmeas ovipositam 2 a 5 ovos por postura em fruto cereja, onde ocorre o desenvolvimento larval, sendo o pupamento realizado no solo (GALLO et al., 2002).

O café destaca-se, entre mais de duas centenas de hospedeiros de moscas-das-frutas, por apresentar frutos suscetíveis para infestação durante um período com reduzida disponibilidade hospedeira e condições críticas de umidade e temperatura (FONSECA; AUTUORI, 1936). Na região de Atibaia (SP), Raga et al. (1997) observaram altos níveis de infestação de moscas-das-frutas em pomar de laranja 'Pêra', junto a um cafezal.

Em cafeeiros, a incidência de espécies de moscas-das-frutas foi observada nas cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo por Raga et al. (1997), que observaram a emergência de *C. capitata* (68,0%), *Anastrepha* spp. (20,4%) e Lonchaeidae (11,6%) em frutos cereja coletados em 30 localidades do estado de São Paulo.

Segundo Lima (1926), Bondar observou na Bahia o ataque de *C. capitata* em frutos de café ainda verdes, que impedem o seu desenvolvimento. Mariconi e Iba (1955) relatam que a mosca-do-mediterrâneo ataca frutos de café em qualquer estágio, com queda de frutos verdes.

Cividanes, Nakano e Melo (1993) observaram que *C. capitata* não chegou a causar queda prematura dos frutos, mas seu ataque aumentou significativamente a queda de cerejas, além da forte relação com base na atividade da enzima polifenoloxidase e lixiviação de potássio, podendo produzir bebida de café de qualidade inferior. Para Souza e Carvalho (1997), a exemplo do que ocorrem com outras culturas, microorganismos que podem causar danos quantitativos e qualitativos aos frutos e grãos de café, iniciam seu desenvolvimento, quando os frutos ainda se encontram nas plantas. As injúrias mecânicas ou picadas de insetos criam condições favoráveis para a penetração de microorganismos nos frutos e consequentes modificações indesejáveis (CHALFOUN; SOUZA; CARVALHO, 1984).

O ataque de moscas-das-frutas faz com que o fruto de café passe muito rapidamente do estágio "cereja" para "passa", diminuindo o tempo disponível para o produtor realizar o beneficiamento na forma de "cereja descascado", que apresenta alto valor no mercado (REIS, 2007).

Objetivou-se, no presente estudo, avaliar a dinâmica populacional e a susceptibilidade de cultivares de cafeeiro à incidência de moscas-das-frutas (Tephritidae e Lonchaeidae), dada a importância do conhecimento para estabelecimento do manejo de moscas-das-frutas, na região oeste do estado de São Paulo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de junho de 2006 a julho de 2008, na fazenda sede do Polo Alta Sorocabana-APTA, município de Presidente Prudente, SP, em local de altitude média de 435,70 m (UTM 7545329 m N, 459867 m E).

Os cafeeiros foram plantados no espaçamento de 3,5 m x 1,0 m e receberam os tratos culturais recomendados para a cultura, exceto a aplicação de inseticidas. Foram avaliadas plantas das cultivares de café (*Coffea arabica* L.) Icatu Vermelho IAC 4045, Catuaí Vermelho IAC 99, Mundo Novo 388-17-1, Obatã IAC 1669-20, Icatu Amarelo IAC 2944, enxertados sobre Apoatã (IAC 2258)/(*Coffea canephora* Pierre & Froehner) e Icatu Vermelho IAC 4045 sem enxertia e Apoatã (IAC 2258) pé franco, com idade aproximada de três anos.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições, no esquema fatorial 3 x 6, sendo os fatores: os tempos de avaliação

(anos) e cultivares, respectivamente. Cada parcela foi composta 100 plantas de cada cultivar, da qual foram coletados 250 frutos aleatoriamente de todos os extratos. As repetições, bloqueamento no tempo, foram tomadas com intervalos de 15 dias, totalizando 1000 frutos/cultivar/ano (quatro repetições) e 3000 frutos/cultivar no período estudado (Tabela 1), para se determinar a associação entre a cultivar de cafeeiro e as espécies de tefritídeos/lonqueídeos.

As amostras de cada parcela foram transportadas em sacos de papel ao laboratório, onde os frutos foram individualmente pesados e acondicionados em copos plásticos de 50 mL de capacidade, providos de uma mistura de areia umedecida e vermiculita como substrato para pupamento. Cada copo foi coberto com tecido tipo voal preso com elástico de látex, mantido à temperatura ambiente para emergência dos insetos. Diariamente, por um período de 30 dias, foram verificadas a umidade do substrato e a emergência. Os adultos foram transferidos para frascos com álcool 70%, para posterior identificação específica.

Para normalização das médias originais, foi realizada a transformação de dados em $\sqrt{x+0,5}$, conforme Banzatto e Kronka (1989). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey , a 5% de significância.

A dinâmica populacional foi determinada pela captura de adultos em armadilhas plásticas tipo McPhail®, de base amarela, abastecidas com 400 mL de solução de proteína hidrolisada BioAnastrepha® diluída em água a 5%. Foi instalada uma armadilha por cultivar, na altura aproximada de 0,70 m do solo. As trocas do atrativo e coleta dos tefritídeos foram realizadas semanalmente. Os insetos capturados foram retirados através da filtragem da solução de cada armadilha e transferidos para recipientes de vidro de 500 mL e transportados ao laboratório para triagem. Os exemplares de moscas-das-frutas foram acondicionados em frascos contendo álcool 70% , para posterior identificação.

Os espécimes de *Anastrepha* foram identificados utilizando-se a chave de Zucchi (2000), com base principalmente no exame da terminália feminina, mediante a observação das dimensões e morfologia do acúleo. Foram também usados outros caracteres diagnósticos, como o padrão cromático do corpo e das asas e chaves de identificação. Para tanto, as moscas foram colocadas ventralmente em uma lâmina sob microscópio estereoscópico e, com auxílio de dois estiletes, foi extrovertido o acúleo. Sobre esse colocou-se uma gota de glicerina líquida para o exame, sob aumento de 40 vezes.

Os espécimes de lonqueídeos obtidos de frutos ou capturados nas armadilhas foram identificados com base nas chaves adaptadas de McAlpine e Steyskal (1982) e Strikis e Prado (2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Moscas frugívoras coletadas em armadilhas

Foi coletado um total de 36.953 moscas frugívoras, no período de junho de 2006 a julho de 2008, dos quais 36.932 adultos de *C. capitata* e 21 de *Anastrepha* spp. Do total de *C. capitata* coletado, foram obtidos 49,3% machos e 50,7% fêmeas. Aproximadamente 83,3% dos espécimes da mosca-do-mediterrâneo foram coletados no ano de 2007.

A dinâmica populacional de *C. capitata* variou entre as cultivares. Os picos populacionais de *C. capitata* ocorreram nos meses de maio, junho e julho dos anos estudados (Figura 1), coincidindo com o período de maturação dos frutos. O índice máximo de captura de moscas/armadilhas/dia (MAD) foi de 148,31 para a cv. Obatã, em Junho de 2007.

Parra, Zucchi e Silveira Neto (1982) observaram a ocorrência de *C. capitata* em cafeeiros da cultivar Mundo Novo, nos municípios paulistas de Campinas e Pindorama, com ocorrência de picos populacionais de maio a setembro.

TABELA 1 – Períodos de coleta de frutos maduros para avaliação da infestação de moscas-das- frutas

Ano	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
2006	7/4/2006	24/4/2006	8/5/2006	22/5/2006
2007	26/2/2007	15/3/2007	29/3/2007	16/4/2007
2008	17/3/2008	8/4/2008	28/4/2008	14/5/2008

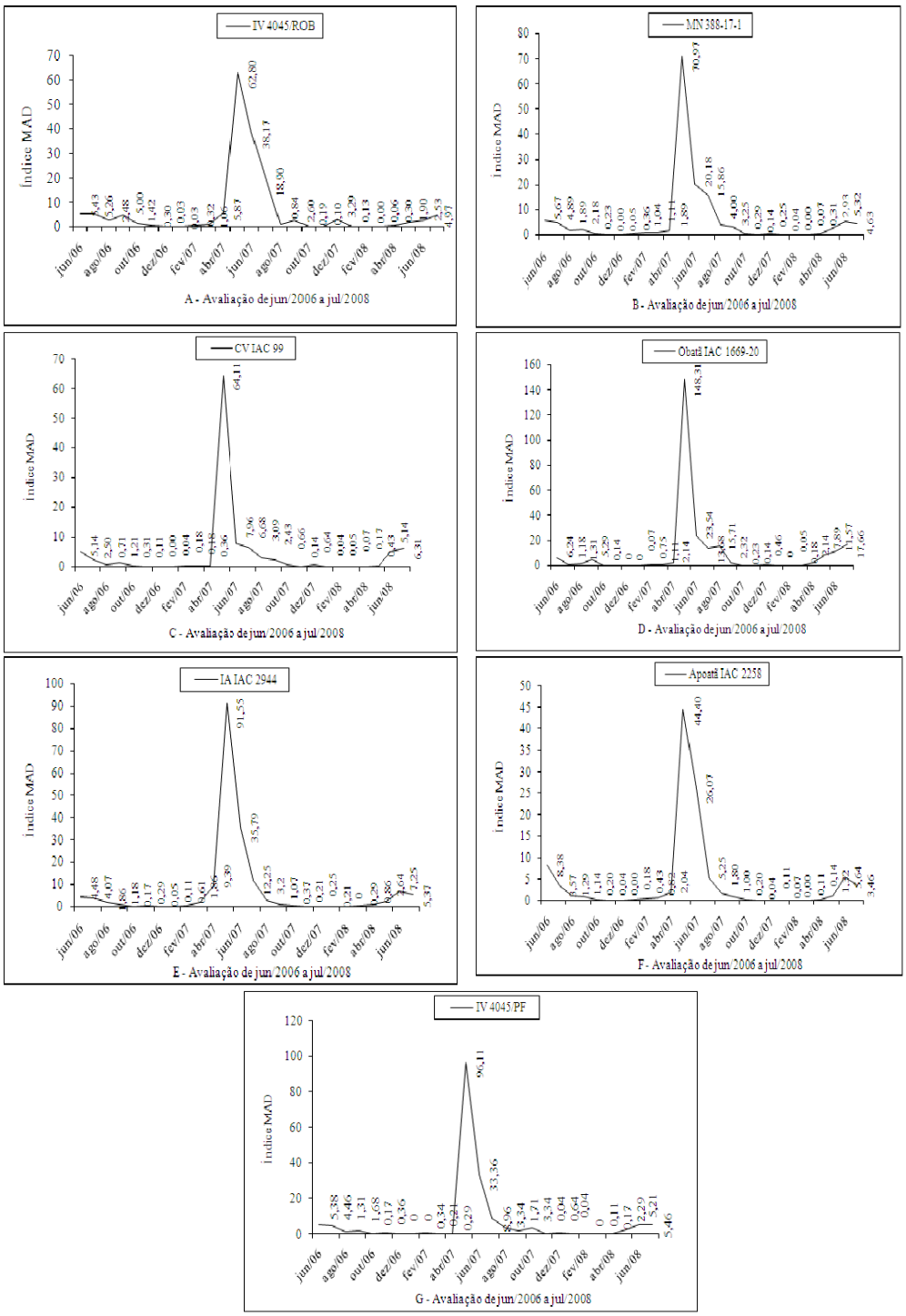


FIGURA 1 – Flutuação populacional de *Ceratitis capitata* em cultivares de cafeeiro (A- IV 4045/Rob; B- MN 388-17-1; C-CV IAC 99; D- Obatã IAC 1669-20; E- IA IAC 2944; F- Apoatã IAC 2258; G-IV 4045/PF). Presidente Prudente, SP. Jun/ 2006 a jul/2008. MAD= moscas/armadilha/dia

No período de junho a dezembro de 2006, a maior captura foi obtida na cultivar Icatu Vermelho IAC 4045/Rob (21,52%) e a menor no Catuaí Vermelho IAC 99(9,68%). De janeiro a dezembro de 2007,a maior captura ocorreu nas cvs. Obatã IAC 1669-20 (22,72%) e Icatu Amarelo IAC 2944 (19,01%) e a menor na CV IAC 99 (9,42%). A análise em cada ano, evidenciou não haver diferenças significativas entre as cultivares, nos anos 2006 e 2007. De janeiro a julho de 2008, a maior captura foi na cv. Obatã 1669-20 (33,6%), diferindo significativamente dos demais, e a menor nas cvs. Icatu Vermelho IAC 4045/PF (9,10%) e Icatu Vermelho IAC 4045/Rob (9,46%) (Figura 2).

Foi coletado um total de 21 espécimes de *Anastrepha* spp nas armadilhas, dos quais 52% eram machos e 47,6% fêmeas, sendo identificadas *A. montei* Lima e *A. fraterculus* (Wied.), com ocorrência em junho, julho e setembro/2006; julho/ 2007 e agosto/2008. *Anastrepha montei* foi capturada devido à proximidade de cultivo de mandioca e *A. fraterculus* por ser a espécie mais polífaga do gênero (ZUCCHI, 2002) e de sua estreita relação com cafeeiros (RAGA et al., 2002).

No estado de São Paulo, Souza-Filho (1999) obteve *A. fraterculus* de doze famílias botânicas e verificou sua preferência por Myrtaceae, Rosaceae e Rutaceae. Uramoto, Walder e Zucchi (2004) registraram a ocorrência de *A. fraterculus* e *A. obliqua* (Macquart), em Rubiaceae em Piracicaba-SP.

No período observado, nenhum espécime de Lonchaeidae foi coletado nas armadilhas das sete cultivares avaliadas.

3.2. Infestação de tefritídeos e lonqueídeos em frutos maduros de cultivares de cafeeiros

No período de abril de 2006 a maio de 2008, foram obtidos 1.342 espécimes de moscas frugívoras em 18.000 frutos maduros e individualizados de cafeeiros, sendo 73,03% relativos a *C. capitata* e 26,97% de *Neosilba* spp. Foram recuperados 980 espécimes de *C. capitata* em frutos, sendo 47,1% de machos e 52,9% de fêmeas. Em 2006, a maior infestação foi observada na cv. Obatã 1669-20 (47,06%) e a menor na Catuaí Vermelho IAC 99 (5,88%), sendo que, nesse ano , em Mundo Novo 388-17-1 e Icatu Amarelo IAC 2944 não foram obtidas emergências da mosca-do-mediterrâneo nas amostras coletadas (Figura 3). Em 2007, o menor número de adultos foi verificado em Catuaí Vermelho IAC 99 (3,88%) e o maior no Mundo Novo 388-17-1 (24,76%) (Figura 4). Em 2008, a menor emergência ocorreu np cv. Icatu Amarelo IAC 2944 (2,11%) e a maior na cv. Icatu Vermelho IAC 4045/pé franco (21,27%) (Figura 5). Nenhum espécime de Anastrepha foi obtido dos frutos coletados.

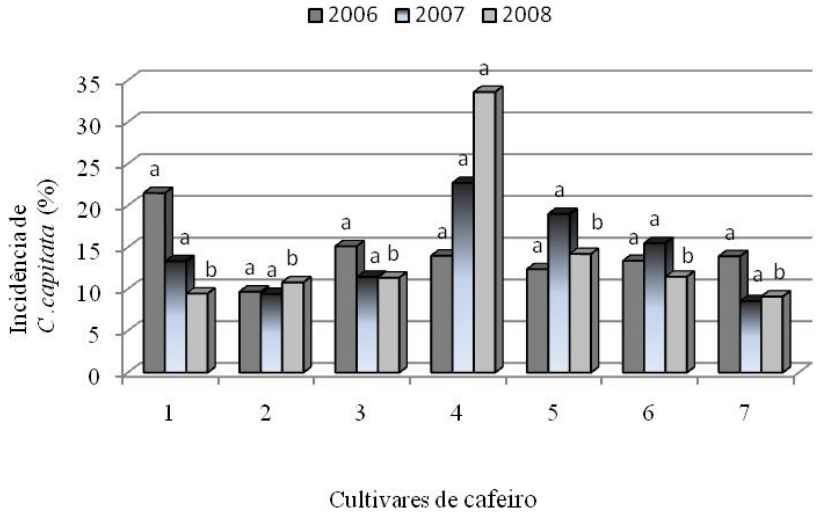


FIGURA 2 – Percentagem comparativa de *Ceratitis capitata* capturadas em armadilhas McPhail instaladas nas cultivares de cafeeiro de Junho/2006 a julho/2008. Presidente Prudente, SP. (1- IV 4045/Rob; 2-CV IACV 99; 3-MN 388-17-1; 4-OB 1669-20; 5-IA IAC 2944;6- Obatã (IAC 2258); 7- IV 4045/PF).

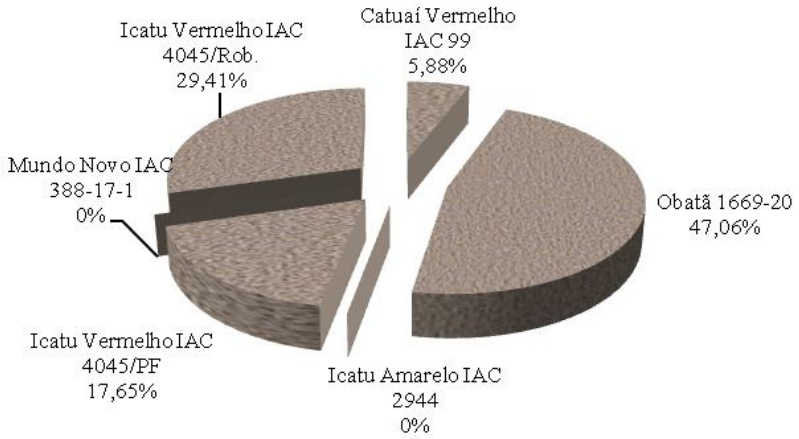


FIGURA 3 – Emergência de *Ceratitis capitata* em frutos de cafeeiro. Presidente Prudente. SP - 2006

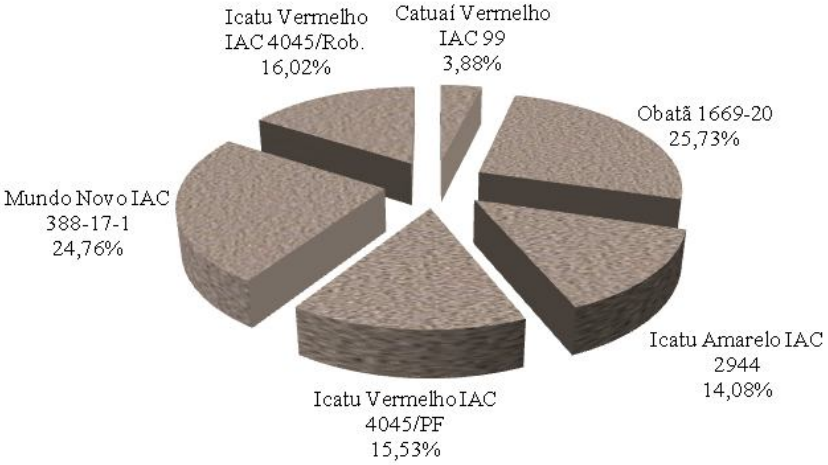


FIGURA 4 – Emergência de *Ceratitis capitata* em frutos de cafeeiro. Presidente Prudente. SP - 2007

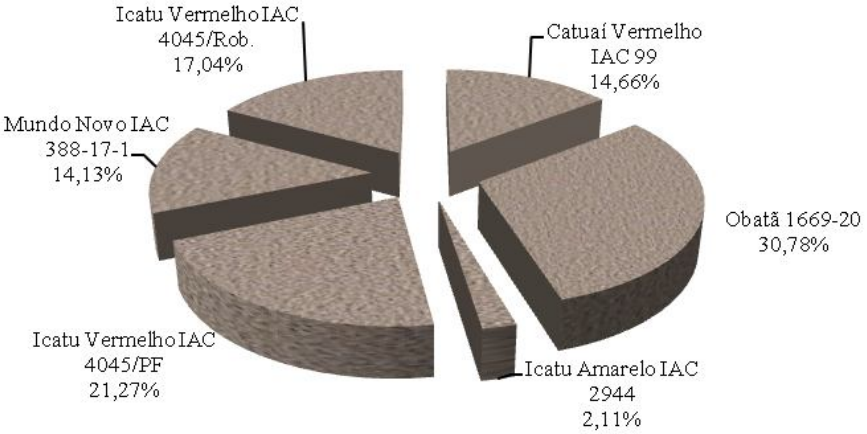


FIGURA 5 – Emergência de *Ceratitis capitata* em frutos de cafeeiro. Presidente Prudente. SP - 2008

No período de abril de 2006 a maio de 2008, foi recuperado um total de 362 adultos de *Neosilba* ,em 18.000 frutos coletados nas seis cultivares de café. No ano de 2006, menor número de *Neosilba* foi obtido na cv. Mundo Novo IAC 388-17-1 (0,2%) e maior na cv. Icatu Vermelho IAC 4045/rob. (1,3%). Em 2007, menor emergência na cv. Icatu Amarelo IAC 2944 (1,1%) e maior na cv. Icatu Vermelho IAC 4045/PF (4,7%). Em 2008, menor emergência na cv. Catuai Vermelho IAC 99 (1,1%) e maior na cv. Icatu Vermelho IAC 4045/PF (7,0%) (Figura 3, 4 e 5) (Tabela 2).

Foram identificadas *Neosilba pendula* (Bezzi), *N. zadolicha* McAlpine & Steyskal, *N. inesperata* Strikis & Prado e *Neosilba pradoi* Strikis & Lerena, emergidas dos frutos de cafeeiro, sendo *N. pendula* de ocorrência nas seis cultivares avaliadas e *N. inesperata* nas cvs. Icatu Amarelo IAC 2944 e Icatu Vermelho IAC 4045/pé franco.

Raga et al. (1996, 1997) observaram no estado de São Paulo, a incidência de lonqueídeos em 17% dos frutos de café (*Coffea* spp.) e 4,9% em laranja [*Citrus sinensis (L.) Obsbeck]* Strikis e Prado (2006), avaliando frutos de café das cultivares Icatu Amarelo, Catucaí Amarelo, Oieiras e Obatã, consideraram espécies de lonqueídeos como invasores primários de frutos, tendo identificado *Neosilba bifida* Strikis & Prado, *N. pendula*, *N. pseudopendula* (Korytkowski & Ojeda), *N. zadolicha* e *N. bella* Strikis & Prado.

No presente estudo, observou-se a ocorrência de *C. capitata* e *Neosilba* spp. simultaneamente em frutos de cafeeiro. Em Presidente Prudente, SP, Montes (2008) registrou-se a ocorrência simultânea de *C. capitata* e *Neosilba* sp. em pessegueiros. Em Minas Gerais, Souza, Silva e Raga (2007) também observaram a ocorrência simultânea de larvas de *C. capitata, A. fraterculus, A. obliqua* e *N. perezzi* em laranjas.

Nos frutos de cafeeiro acondicionados de forma individualizada, foi observada 1 a 5 pupas de *C. capitata* no mesmo fruto e coinfestação por outras espécies. Para os lonqueídeos, obteve-se até três exemplares no mesmo fruto (Tabela 3), o que possivelmente esteja ocorrendo devido à preferência similar do recurso explorado.

No Rio de Janeiro, Aguiar-Menezes et al. (2007) avaliaram a suscetibilidade de seis cultivares de café arábica às moscas-das-frutas, tendo registrado *C. capitata, A. fraterculus, A. sororcula, N. bifida, N. certa, N. glaberrima* (Wiedemann), *N. pendula, N. pseudopendula, Dasiops rugifrons* Hennig, *Neosilba* n.sp.10 *e Neosilba* n.sp.14. Os autores observaram menor suscetibilidade aos tefritídeos nas cvs. Icatu Amarelo e Catuaí Vermelho, entretanto, não observaram diferença de suscetibilidade aos lonqueídeos entre os cultivares conduzidos sob o sistema orgânico com e sem arborização.

Analisando-se o ano de 2006, observou-se que as cvs. Obatã 1669-20 e Icatu vermelho IAC 4045/ PF apresentaram a maior média de massa dos frutos maduros colhidos (1,66 g), diferindo significativamente das demais. Em 2007, a cv. Mundo Novo IAC 388-17-1 diferiu significativamente das demais cultivares apresentando a menor média de massa dos frutos (1,34g). Em 2008, observou-se que a cv. Obatã 1669-

TABELA 2 – Número de adultos e percentual de frutos infestados por *Neosilba*, em diferentes cultivares de cafeeiro. Presidente Prudente, SP. Abril de 2006 a Julho de 2008.

Cultivares	2006		2007		2008	
	nº	% infestação	nº	% infestação	nº	% infestação
Catuaí vermelho IAC 99	4	0,40	23	2,30	11	1,10
Obatã 1669-20	5	0,50	20	2,00	24	2,40
Icatu Amarelo IAC 2944	3	0,30	11	1,10	13	1,30
Icatu Vermelho IAC 4045/PF	3	0,30	47	4,70	70	7,00
Mundo Novo IAC 388-17-1	2	0,20	21	2,10	44	4,40
Icatu Vermelho IAC 4045/Rob.	13	1,30	21	2,10	24	2,40

20 apresentou a maior média de massa dos frutos colhidos (1,58g), diferindo significativamente de Icatu Vermelho e Icatu Amarelo.

Com relação ao número obtido de adultos de *C. capitata* e *Neosilba* spp., não se observou diferença significativa entre as cultivares avaliadas nos anos de 2006, 2007 e 2008. (Tabelas 4, 5 e 6). Raga et al. (2002) observaram diferenças no nível de infestação entre cultivares de café arábica, sendo que Catuaí Vermelho foi a mais infestada por tefritídeos entre doze cultivares avaliadas, que incluíam Catucaí, Icatu Amarelo e Obatã, apontando para uma diversidade genética quanto à suscetibilidade de *C. arabica* às moscas-das-frutas.

A interação dos anos avaliados (2006, 2007 e 2008) versus cultivares de cafeeiros não foi significativa. Agrupando-se os anos de coleta de frutos, a massa média dos frutos maduros colhidos variou entre as cultivares de cafeeiro avaliadas, sendo as maiores médias observadas no ano de 2006, diferindo significativamente dos valores de 2007 e 2008. Com relação ao número de moscas coletadas, o maior número de adultos de *C. capitata* emergiu dos frutos colhidos em 2008 (média geral de 29,79 moscas/250 frutos), diferindo significativamente de 2006. Comportamento semelhante foi observado com relação ao número de lonqueídeos emergidos dos frutos, com maior média no ano de 2008 (7,79 moscas/250 frutos), diferindo significativamente de 2006 (Tabela 7). Observa-se que as maiores médias de moscas/fruto ocorreram nos frutos de menor peso médio, no presente estudo. Segundo Sivinsky, Aluja e Lopez (1997), a espessura da polpa é a medida mais adequada para correlação com nível de parasitismo por moscas-das-frutas, pois nem sempre o tamanho ou o peso médio dos frutos refletem o espaço explorado pelas larvas de moscas-das-frutas e parasitóides.

TABELA 3 – Relação do índice de infestação e coinfestação, com a riqueza de espécies de moscas-das-frutas em frutos de cafeeiro. Presidente Prudente, SP. Abril de 2006 a julho de 2008.

Moscas/fruto	2006		2007		2008	
	Percentagem de infestação %					
	Ceratitis capitata	Lonqueídeos	*Ceratitis capitata*	Lonqueídeos	*Ceratitis capitata*	Lonqueídeos
1	0,20	0,50	2,48	2,25	5,60	3,00
2	0,03	.	0,42	0,08	2,48	0,03
3	.	.	0,02	.	0,33	0,02
4	.	.	.	.	0,07	.
5	.	.	.	.	0,02	.

TABELA 4 – Médias de massa dos frutos e valores de infestação de *Ceratitis capitata* e *Neosilba* spp. em seis cultivares de cafeeiros. Presidente Prudente, SP. 2006.

Cultivar	Massa	*Ceratitis capitata*	*Neosilba* spp.
	g/fruto	nº/250 frutos	nº/250 frutos
Obatã 1669-20 (3)	1,66 ± 0,06 a	2,00 ± 2,00 ns	1,25 ± 0,63 ns
Icatu vermelho IAC 4045/PF(5)	1,66 ± 0,04 a	0,50 ± 0,29 ns	0,75 ± 0,48 ns
Catuaí vermelho IAC 99(6)	1,59 ± 0,04 ab	0,25 ± 0,25 ns	1,00 ± 0,71 ns
Icatu vermelho IAC 4045/Rob.(2)	1,58 ± 0,07 ab	1,25 ± 1,25 ns	3,25 ± 1,31 ns
Icatu amarelo IAC 2944(4)	1,38 ± 0,10 ab	0,00 ± 0,0 ns	0,75 ± 0,75 ns
Mundo novo IAC 388-17-1(1)	1,37 ± 0,05 b	0,00 ± 0,0 ns	0,50 ± 0,29 ns

Valores transformados $\sqrt{x+0,5}$ Médias originais ± Erro padrão

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de significância

TABELA 5 – Médias de massa dos frutos e valores de infestação de *Ceratitis capitata* e *Neosilba* spp. em seis cultivares de cafeeiros. Presidente Prudente, SP. 2007

Cultivar	Massa	*Ceratitis capitata*	*Neosilba* spp.
	g/fruto	nº/250 frutos	nº/250 frutos
Obatã 1669-20(3)	1,55 ± 0,05 a	12,25 ± 9,14 ns	5,50 ± 1,26 ns
Icatu vermelho IAC 4045/PF(5)	1,45 ± 0,12 a	8,00 ± 2,68 ns	11,75 ± 10,09 ns
Catuaí vermelho IAC 99(6)	1,38 ± 0,11 a	2,00 ± 1,35 ns	5,75 ± 4,77 ns
Icatu vermelho IAC 4045/Rob.(2)	1,35 ± 0,07 a	8,25 ± 6,59 ns	5,25 ± 1,89 ns
Icatu amarelo IAC 2944(4)	1,38 ± 0,09 a	7,50 ± 6,51 ns	2,75 ± 1,80 ns
Mundo novo IAC 388-17-1(1)	1,34 ± 0,11 b	12,5 ± 6,98 ns	5,25 ± 4,92 ns

Valores transformados $\sqrt{x+0,5}$ Médias originais ± Erro padrão

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de significância

TABELA 6 – Médias de massa dos frutos e valores de infestação de C*eratitis capitata* e *Neosilba* spp. em seis cultivares de cafeeiros. Presidente Prudente, SP. 2008.

Cultivar	Massa	*Ceratitis capitata*	*Neosilba* spp.
	g/fruto	nº/250 frutos	nº/250 frutos
Obatã 1669-20(3)	1,58 ± 0,52 a	58,00 ± 50,69 ns	6,00 ± 3,77 ns
Icatu vermelho IAC 4045/PF(5)	1,44 ± 0,06 ab	32,50 ± 17,75 ns	17,50 ± 9,51 ns
Catuaí vermelho IAC 99(6)	1,46 ± 0,07 ab	27,50 ± 22,91 ns	2,75 ± 1,80 ns
Icatu vermelho IAC 4045/Rob.(2)	1,31 ± 0,04 b	31,25 ± 21,87 ns	6,00 ± 1,29 ns
Icatu amarelo IAC 2944(4)	1,25 ± 0,11 b	3,75 ± 2,17 ns	3,50 ± 3,50 ns
Mundo novo IAC 388-17-1(1)	1,34 ± 0,08 ab	25,75 ± 12,66 ns	11,0 ± 4,56 ns

Valores transformados $\sqrt{x+0,5}$ Médias originais ± Erro padrão

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de significância

TABELA 7 – Médias (± EP) obtidas nos anos 2006, 2007 e 2008 de massa dos frutos, número de *Ceratitis capitata e Neosilba* spp. Presidente Prudente, SP. Abril de 2006 a maio de 2008.

Ano	Massa do fruto (g) [1]	Número *C. capitata* [1]	Número *Neosilba* spp. [1]
2006	1,54 ± 0,034 a	0,67 ± 0,38 b	1,25 ± 0,34 b
2007	1,41 ± 0,037 b	8,42 ± 2,34 ab	6,04 ± 1,83 ab
2008	1,40 ± 0,035 b	29,79 ± 10,14 a	7,79 ± 2,05 a

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados originais)

[1]Valores médios ± Erro padrão

4 CONCLUSÕES

Considerando a característica de regionalidade do presente estudo, pode-se concluir que os frutos de cafeeiros de Presidente Prudente, SP, são infestados por Tephritoidea, com registro de *Ceratitis capitata* e *Neosilba* spp. em seis cultivares de café avaliadas, com picos populacionais no período de maio a julho, portanto, o plantio de cafezais próximos a culturas suscetíveis às moscas-das-frutas requer manejo cuidadoso.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L. et al. Suscetibilidade de seis cultivares de café arábica às moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) em sistema orgânico com e sem arborização em Valença, RJ. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 268-273, 2007.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.

CHALFOUN, S. M.; SOUZA, J. C. de; CARVALHO, V. D. de. Relação entre a incidência da broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera-Scolytidae) e microorganismos em grãos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC, 1984. p. 149-150.

CIVIDANES, F. J.; NAKANO, O.; MELO, M. Avaliação da qualidade de frutos de café atacados por *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 220-225, 1993.

FONSECA, J. P.; AUTUORI, M. Bichos dos frutos. **O Biológico**, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 351-359, 1936.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

LIMA, A. C. Sobre as moscas das frutas que vivem no Brasil. **Chácaras e Quintaes**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-24, 1926.

MARICONI, F. A.; IBA, S. A mosca do mediterraneo. **O Biológico**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 17-32, 1955.

MCALPINE, J. F.; STEYSKAL, G. C. A revision of *Neosilba* McAlpine with a key to world genera of Lonchaeidae (Diptera). **Canadian Entomologist**, Ottawa, n. 114, p. 105-137, 1982.

MONTES, S. M. N. M. **Avaliação fenológica, caracterização físico-química e aspectos fitossanitários de cultivares de pessegueiros na região oeste do Estado de São Paulo**. 2008. 223 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

PARRA, J. R.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Flutuação populacional e atividade de vôo da mosca-do-mediterrâneo em cafeeiros 'Mundo Novo'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 7, p. 985-992, jul. 1982.

RAGA, A. et al. Avaliação da infestação de moscas-das-frutas em variedades de café (*Coffea* spp.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, p. 59-63, 1996.

_____. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) infestantes de 'Catuaí Vermelho' e 'Catuaí Amarelo' no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. v. 3, p. 1524-1526.

_____. **Moscas-das-frutas infestantes no catuaí**. Disponível em: <http://www.coffeebreak.com.br/i-ocafezal.asp?SE=8&ID=280>. Acesso em: 15 jul. 2007.

_____. Observações sobre a incidência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em frutos de laranja (*Citrus sinensis*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 64, p. 125-129, 1997.

_____. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the state of São Paulo, Brazil. **Boletin Sanidad Vegetal y Plagas**, Madrid, v. 28, p. 519-524, 2002.

REIS, P. R. Reflexos da incidência de pragas na qualidade do café. In: SALVA, T. J. G. et al. (Ed.). **Cafés de qualidade:** aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p. 107-111.

SIVINSKY, J.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial and temporal distributions of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.

SOUZA, J. C. de; SILVA, R. A.; RAGA, A. **Moscas-das-frutas:** pragas importantes em fruteiras. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 4 p. (Circular Técnica, 11).

SOUZA, S. M. C. de; CARVALHO, V. L. de. Efeito de microorganismos na qualidade da bebida do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 21-26, 1997.

SOUZA FILHO, M. F. **Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitóides (Hymenoptera) em plantas hospedeiras no Estado de São Paulo**. 1999. 173 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1999.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas no Estado de São Paulo: ocorrência e danos. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 45-69, 2003.

STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. Neosilba (Tephritoidea: Lonchaeidae) species reared from coffee in Brazil, with description of a new species. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7., 2006, Salvador. **Anais…** Salvador: Fruitfly, 2006. p. 187-193.

_____. New species of the genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae). **Zootaxa**, Aukland, v. 828, n. 1, p. 1-14, 2005.

TORRES, C. A. S. et al. Infestação de cafeeiros por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): espécies associadas e parasitismo natural na região Sudoeste da Bahia, Brasil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 1, p. 135-142, 2010.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus da ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 409-414, 2004.

ZUCCHI, R. A. Occurrence of fruit flies in coffee varieties in the State of São Paulo, Brazil. **Boletin Sanidad Vegetal y Plagas**, Madrid, v. 28, p. 519-524, 2002.

INFLUÊNCIA DA MECANIZAÇÃO DA COLHEITA NA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA CAFEICULTURA NO SUL DE MINAS GERAIS

Giovani Blasi Martino Lanna[1]; Ricardo Pereira Reis[2]

(Recebido: 23 de março de 2010 ; aceito 5 de janeiro de 2012)

RESUMO: Objetivou-se, no presente estudo, avaliar a influência da mecanização na viabilidade econômico-financeira da exploração da cafeicultura, na região sul do estado de Minas Gerais. Desse modo, foram utilizadas técnicas ou indicadores de análise de projetos para verificar a viabilidade econômico-financeira do investimento na atividade cafeeira. Como principais resultados pôde-se concluir que, a utilização da mecanização na colheita do café, quando possível, tem impacto significativo na composição de custos, o que influencia diretamente o desempenho do empreendimento cafeeiro na região sul de Minas Gerais. Por fim, cabe destacar que o preço do café tem influência na viabilidade econômico-financeira do investimento cafeeiro, sendo fundamental para a sua rentabilidade. Dessa forma, o empresário rural deve efetuar um gerenciamento que priorize o planejamento e a gestão de custos, buscando a otimização dos recursos produtivos aplicados na cafeicultura, além de poder utilizar mecanismos de comercialização para minimizar o risco de variabilidade dos preços do café como mercado de futuros, por exemplo.

Termos para indexação: Café, custo de produção, análise de investimento.

INFLUENCE OF HARVEST MECHANIZATION IN ECONOMIC AND FINANCIAL VIABILITY OF COFFEE FARMING IN SOUTHERN MINAS GERAIS

ABSTRACT: *This study was conducted with the aim of evaluating the influence of mechanization on economic and financial feasibility of establishing coffee plantations in the southern region of the State of Minas Gerais. Thus, techniques or project analysis indicators were used to verify the economic and financial feasibility of investing in coffee activity. The main results conclude that, the use of mechanization in the coffee harvest, when possible, has a significant impact on the composition of costs, which directly influences the performance of the coffee enterprise in the southern region of Minas Gerais. Finally, we note that the price of coffee has an influence on the economic viability of coffee investment which is essential to the profitability. Thus, the rural entrepreneur must use a management style that emphasizes planning and cost management and seeks to optimize the productive resources used in coffee plantations, while also using market mechanisms to minimize the risk of coffee price variability in the future market.*

Index terms: *Coffee, economic indicators, analysis of investment.*

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade presente em grande parte do território nacional, com destaque para os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná. O estado de Minas Gerais tem importância destacada na economia agrícola do país, representando, em 2010, 12,8% do agronegócio nacional. O Produto Interno Bruto (PIB) da agricultura mineira no período de janeiro a dezembro de 2010 foi de R$ 44,8 bilhões, distribuídos entre os segmentos de insumos, produção, industrialização e distribuição. No segmento produtor, a atividade de maior destaque foi a cafeeira (33,6%), seguida da soja (12,6%) e do milho (12,4%) (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA - CEPEA, 2011; FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAEMG, 2011). As lavouras cafeeiras estão difundidas pelo território mineiro, com destaque para as regiões Sul e Centro-Oeste que, na safra 2010, produziram 12,6 milhões de sacas de 60 kg, correspondendo a 50% da produção do estado. As regiões mineiras da Zona da Mata, Jequitinhonha, Mucuri, Rio Doce, Central e Norte produziram 27%, o Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste foram responsáveis por 23% da produção total de Minas Gerais (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2011).

Dada a importância da cafeicultura para o Estado, as informações relacionadas às instabilidade de preços e de produção são relevantes para o

[1]Rua Papa João XXIII - 226 - Lourdes - 36570-000 - Viçosa-MG - giovaniblasi@yahoo.com.br
[2]Universidade Federal de Lavras /UFLA - Departamento de Administração e Economia/DAE - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG - ricpreis@dae.ufla.br

gerenciamento da empresa rural que investe nessa atividade. Conforme Bacha (1998), a cafeicultura brasileira tem três ciclos distintos de preços e/ou de produção. O primeiro ciclo é o plurianual, pois, devido à característica perene da planta, existe a demanda de tempo entre o plantio e o início da maturidade da produção, apresentando, assim, comportamento distinto de preço e produção, ao longo dos anos. O segundo ciclo é o bienal e consiste na oscilação das floradas do cafeeiro: em um ano, apresenta grande produção, seguido por um ano de pequena produção, devido ao esgotamento da planta nos anos de alta produção. O terceiro ciclo é o intra-anual, que corresponde ao período de safra e entressafra, que ocorre devido à ausência de produção contínua ao longo do ano, o que implica na variação sazonal de preços. Dessa maneira, nota-se que as características do cafeeiro diminuem as possibilidades de o produtor tomar decisões que visem um ajuste rápido de sua produção às alterações de mercado, que poderiam proporcionar benefícios em determinadas situações de curto e médio prazo. A cafeicultura apresenta-se como uma atividade propensa a riscos e incertezas. O empresário rural que investe nessa atividade deve realizar um planejamento e visar um gerenciamento que leve à eficiência e à competitividade, buscando a otimização dos recursos produtivos aplicados na atividade cafeeira. E, nessas condições, ao investir na atividade, o estudo da viabilidade econômico-financeira torna-se relevante para demonstrar o comportamento da rentabilidade, além de proporcionar uma estimativa dos impactos na gestão da atividade cafeeira em relação a possíveis acontecimentos futuros como elevação dos custos, alterações na produção, entre outros.

Dessa forma, pela relevância da cafeicultura na estrutura socioeconômica do Estado, pretende-se, neste estudo, investigar a viabilidade econômico-financeira de investimento na cafeicultura, no sul de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da viabilidade econômico-financeira de investimento tem relação direta com os fundamentos teóricos que tratam de projetos ou alternativas de investimentos. Segundo Woiler e Mathias (2008), os projetos de investimento podem ser entendidos como um conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas com o objetivo de analisar uma decisão de investimento. Nesse sentido, o projeto é tratado como um modelo que, incorporando informações qualitativas e quantitativas, procura simular a decisão de investir e suas implicações.

Ao investigar uma alternativa de investimento, é essencial determinar qual o seu fluxo de caixa. Após a constituição do fluxo de caixa, é possível verificar a viabilidade do investimento por meio da utilização de técnicas ou critérios de análises dos indicadores econômico-financeiros. O fluxo de caixa de um projeto ou alternativa de investimento deve ser composto de contribuições (entrada e saída de dinheiro) que refletem, com grande probabilidade de acerto, as entradas e as saídas de unidade monetária que vão atuar ao longo do prazo analisado (HIRSCHFELD, 2007). Nesse contexto, entende-se como prazo de análise o número determinado de períodos do projeto de investimento, ou seja, o horizonte do investimento. No caso de um horizonte muito longo, a confiabilidade das projeções poderá diminuir à medida que se afasta do instante inicial de projeção, enquanto um horizonte curto pode prejudicar a análise de um investimento cuja maturação é mais demorada. Um dos critérios adotados para determinar o horizonte do investimento é fixá-lo em função de sua vida útil média (WOILER; MATHIAS, 2008). Noronha (1987) ressalta que a elaboração do fluxo de caixa somente é possível se todas as especificações técnicas de recursos, bem como de produtos a serem produzidos, forem conhecidas.

A partir da elaboração do fluxo de caixa, as técnicas ou indicadores de análise de projeto podem ser utilizados para verificar-se a viabilidade econômico-financeira do mesmo. Ao testar a viabilidade de um projeto, o empresário procura informações que o auxiliem no processo de tomada de decisão, em favor de um investimento que seja mais rentável. As técnicas comumente utilizadas em análises de investimento são:

- *Payback* Simples (PBS): corresponde ao período de tempo necessário para que o capital investido inicialmente no projeto seja recuperado;
- Valor Presente Líquido (VPL): refere-se à soma das contribuições ao longo do projeto, descontada uma taxa que represente o

custo do capital no tempo, tendo como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial;

- Taxa Interna de Retorno (TIR): refere-se à taxa de desconto que iguala o VPL de um projeto a zero, sendo a taxa composta que o projeto pode gerar.

A análise de viabilidade econômico-financeira pode ser complementada com outros indicadores que venham a auxiliar na decisão do investidor, como a Razão Benefício/Custo (B/C) e a estimativa do Custo Total Médio (CTMe). A Razão Benefício/Custo (B/C) tem o intuito de verificar se o projeto de investimento é ou não viável, comumente utilizado em avaliações de projetos governamentais. Sua análise baseia-sse nas sequências de benefícios (rendimentos monetários) e os custos presentes no fluxo de caixa. O Custo Total Médio (CTMe) corresponde à relação entre os custos do sistema de produção e as quantidades produzidas e sua utilização busca verificar se, a dado preço de venda, o capital empregado está sendo remunerado para a dada produção. Segundo Silva e Reis (2001), ao analisar os custos econômicos da produção, deve-se considerar o custo de oportunidade ou alternativo do capital, que representa os recursos que poderiam ser gerados na melhor utilização alternativa do capital. Os mesmos autores destacam, ainda, que, por meio da comparação dos preços recebidos pelo produto, com o custo médio de produção, pode-se estimar a lucratividade do empreendimento.

Para atender aos objetivos deste trabalho, formulou-se um fluxo de caixa da produção de café arábica, na região produtora do sul de Minas Gerais, a partir de dados referentes aos coeficientes técnicos e aos custos de produção obtidos junto ao Polo de Excelência do Café, sediado na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os dados fornecidos pelo Polo de Excelência do Café foram elaborados em colaboração da EMATER-MG de Lavras, MG, por técnicos de cooperativas e de profissionais da UFLA.

Para realizar a análise de viabilidade econômico-financeira da exploração da cafeicultura no sul de Minas Gerais foram consideradas duas alternativas de investimento, de acordo com os sistemas de produção da lavoura (Anexos, Tabela 1A e 2A). O primeiro sistema de produção foi denominado de Alternativa A, que possui produtividade média anual de 30 sacas café, por hectare, com variação entre 25 a 35 sacas, sendo a colheita realizada de forma manual. A segunda alternativa de investimento, denominada de Alternativa B, tem as mesmas características do primeiro sistema, mas adota a mecanização por meio de máquina automotriz na colheita, que é realizada de forma seletiva com duas passadas.

Alguns fatores que influenciaram na determinação do fluxo de caixa do empreendimento:

- horizonte do investimento: o fluxo de caixa do investimento na cafeicultura contou com um horizonte temporal definido em 15 anos.
- taxa de desconto: utilizada para o cálculo dos indicadores de análise de viabilidade econômico-financeira foi a taxa de juros de 8% ao ano, que corresponde, aproximadamente, ao retorno do capital aplicado na caderneta de poupança, corrigido para o ano de 2008. Essa taxa representa o custo alternativo do capital aplicado na cafeicultura e é comumente utilizada como alternativa, devido à sua acessibilidade para os produtores rurais e por sua liquidez.
- preço: refere-se ao preço da saca de 60 quilos de café, no período de janeiro de 1994 a dezembro de 2008, obtido junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e à Cooperativa Regional de Cafeicultores de Guaxupé (COOXUPÉ). Os preços foram deflacionados de acordo com o Índice Geral de Preço Disponibilidade Interna (IGP-DI), obtido junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2009). Considerou-se, como base de preços, o mês de dezembro de 2008. A média de preço real registrada no período de 1994 a 2008 foi de R$ 362,81, por saca de café de 60 quilos.
- depreciação (D): foi adotado o método de depreciação linear para representar o custo necessário para substituir os bens

empregados na atividade devido ao desgaste físico ou econômico, sendo expressa por:

$$D = \frac{V_n - V_r}{V_u}$$

em que Vn é o valor do recurso novo; Vr é o valor de revenda do bem e Vu indica a vida útil do bem utilizado na atividade. Os itens depreciados foram: investimento na formação da lavoura, investimento em terreiro e depósito e utensílios (ferramentas, enxada, etc.).

2.1 Consideração analíticas da viabilidade econômico-financeira de um investimento

Os empreendimentos são comumente avaliados por um conjunto de técnicas ou indicadores que buscam estabelecer parâmetros de sua viabilidade e que permitem analisar a rentabilidade do investimento. Trabalhos como de Arêdes (2006), Arêdes e Pereira (2008), Oliveira et al. (2005), Palacin (2007) e Pereira, Arêdes e Teixeira (2007), empregaram técnicas de análise de investimentos na agricultura. As técnicas que serão utilizadas no presente estudo são descritas a seguir.

2.1.1 *Payback* Simples (PBS)

Corresponde ao período de tempo necessário para que o capital investido inicialmente no projeto seja recuperado, expresso por:

$$PBS = \sum_{t=0}^{n} (B - I)_t = 0 \qquad (1)$$

em que B são os benefícios; I o investimento no instante inicial; t o período de tempo e n, o horizonte do investimento.

2.1.2 *Payback* Descontado (PBD)

Indica o período de tempo necessário para que o capital investido inicialmente no projeto seja recuperado e remunerado pela taxa de desconto considerada, expresso por:

$$PBD = \sum_{t=0}^{n} \frac{(B - I)_t}{(1 - k)_t} \qquad (2)$$

em que B são os benefícios; I, o investimento no instante inicial; , o período de tempo; , o horizonte do investimento e , a taxa de desconto utilizada.

2.1.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Representa o retorno monetário do investimento, considerando o valor do dinheiro no tempo, a uma taxa de desconto predeterminada, expresso por:

$$VPL = \sum_{t=1}^{n} \frac{(R - C)_t}{(1 + k)^t} \qquad (3)$$

em que R são as receitas; C, os custos e os investimentos gerados pelo projeto; , o período de tempo; , o horizonte do investimento e , a taxa de desconto utilizada. Pelo critério considerado, quando VPL>0, o investimento é viável; quando VPL<0, o investimento é inviável e VPL=0, indiferente.

2.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a taxa de desconto interna gerada pelo investimento que torna o VPL = 0, apresentado pela expressão:

$$VPL = \sum_{t=1}^{n} \frac{(R - C)_t}{(1 + TIR)} = 0 \qquad (4)$$

em que R são as receitas; C, os custos e os investimentos gerados; , o período de tempo; , o horizonte do investimento e a TIR é a taxa máxima de desconto que o investimento suporta e que iguala o VPL a zero. Caso a TIR seja maior que a taxa de desconto predeterminada, o empreendimento será economicamente viável.

2.1.5 Razão Benefício/Custo (B/C)

É a razão entre receita e despesa que permite obter o retorno do investimento por unidade monetária investida, descontado o valor do dinheiro no tempo a uma taxa de desconto predeterminada, expressa por:

$$B/C = \sum_{t=0}^{n} \frac{R_t / (1 + k)^t}{C_t / (1 + k)^t} \qquad (5)$$

em que R são as receitas; C, os custos e os investimentos gerados pelo projeto; , o período de tempo; , o horizonte do investimento e é a taxa de desconto utilizada. Por este critério, quando B/C>1, o investimento é viável; quando B/C<1, o investimento é inviável e B/C = 1, indiferente.

2.1.6 Custo Total Médio (CTMe)

É o custo total de se produzir uma unidade do produto. Quanto menor o custo por unidade produzida, maiores a eficiência e a competitividade. O Custo Total Médio (CTMe) é obtido pela razão:

$$CTMe = \frac{CT}{q} \qquad (6)$$

em que CT é o custo total de produção e q, a quantidade produzida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

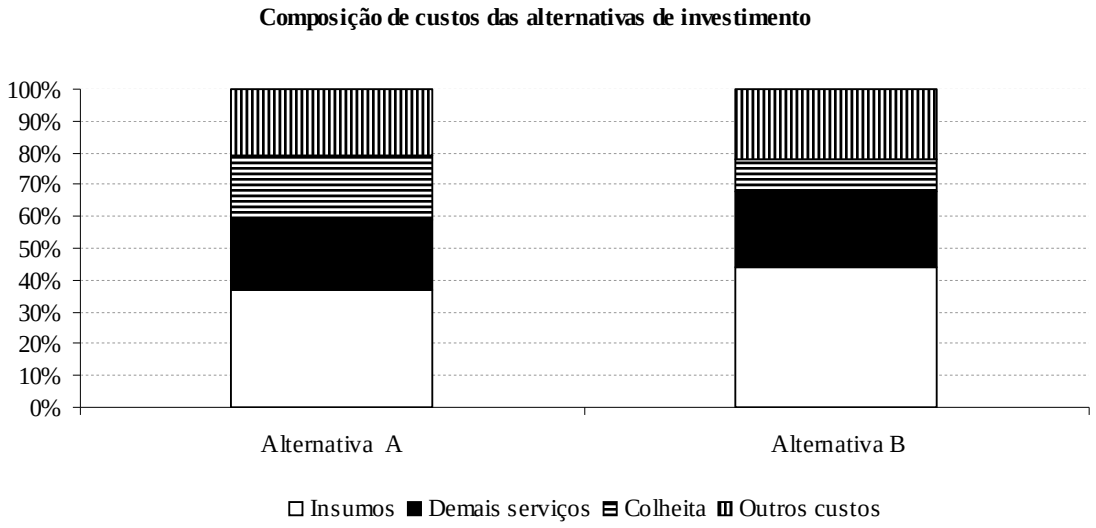
3.1 Sistemas de produção da exploração da cafeicultura no sul de Minas Gerais

A composição de custos da Alternativa A e da Alternativa B podem ser observados na Figura 1. Na Alternativa A, a colheita do café é realizada de forma manual, sendo a produtividade média anual de 30 sacas por hectare, com variação entre 25 até 35 sacas. Nota-se que a maior parcela dos gastos é com os insumos, representando 37% do custo total de produção; em seguida, destacam-se os demais serviços, com 22% e outros custos, com 21%; os custos com a colheita foram da ordem de 20%. No entanto, cabe destacar que, para o custo com a colheita, foi considerado apenas a derriça, abanação e ensacamento, que no caso são realizadas de forma manual. Nesse sistema, emprega-se 62% a mais de mão de obra que a utilizada na Alternativa B.

A segunda alternativa da exploração da atividade cafeeira foi denominada de Alternativa B e apresenta as mesmas características que a Alternativa A, exceto pela colheita mecanizada. A composição do custo de produção demonstra que os insumos representam 44% dos custos, seguidos pelos demais serviços (24%) e outros (22%), A colheita, composta apenas pelo uso da colhedora e a operação de repasse, representa 10% do custo total, sendo menor que os gastos com a colheita registrados pela Alternativa A

Analisando-se as duas alternativas de investimento, constata-se que a forma de realizar a colheita dos frutos, de forma manual ou mecanizada, influencia significativamente na estrutura de custos da atividade cafeeira.

No entanto, de acordo com Silva et al. (2001), a utilização de colhedoras automotrizes ou tracionadas, pode ser viável, em terrenos com declividade de até 20%. Os autores ainda destacam



Fonte: Dados da pesquisa

FIGURA 1 – Composição de custos das alternativas A e B da exploração da cafeicultura no sul de Minas Gerais.

que existem outras limitações, de ordem operacional e econômica, demonstrando que a operação de colheita mecânica tem que ser complementada manualmente.

3.2 Análise das técnicas ou indicadores financeiros para o investimento da exploração da cafeicultura no sul de Minas Gerais

A aplicação das técnicas de análise de investimentos fornece ao investidor informações relevantes sobre a viabilidade econômico-financeira de um investimento, auxiliando-o na tomada de decisão.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Custo Total Médio (CTMe), *Payback* Simples (PBS), *Payback* Descontado (PBD) e Razão Beneficio/Custo (B/C).

Em relação à Alternativa A, que possui média anual de 30 sacas por hectare e a colheita do fruto é realizada de forma manual, o Valor Presente Líquido (VPL) obtido foi menor que zero, da ordem de -R$ 6.065,82. De acordo com essa técnica, o resultado demonstra que a Alternativa A é inviável, ao custo do capital de 8% ao ano. Já a Alternativa B, que tem a mesmas características da Alternativa A, exceto pela utilização da mecanização da colheita, apresentou VPL positivo da ordem de R$ 4.645,59. Sendo assim, a Alternativa B é viável a uma taxa de desconto de 8% ao ano, gerando riqueza para o empresário rural.

Os resultados da Taxa Interna de Retorno (TIR), que representa a taxa de retorno do investimento e que iguala o VPL a zero, demonstraram que a Alternativa A apresentou a TIR igual a 4,17%, ou seja, a TIR obtida é menor que a taxa de desconto requerida de 8% ao ano, inviabilizando essa alternativa de investimento. A TIR obtida pela Alternativa B foi de 10,71% e, dessa forma, a Alternativa B é viável e preferível a investimentos alternativos, até a remuneração de capital de 10,71% ao ano.

Para determinar-se o Custo Total Médio (CTMe) que representa o custo total por unidade produzida, foram considerados os custos a partir do ano 1 do investimento. Quanto menor for o valor do CTMe, maior é a possibilidade de os custos do empreendimento serem pagos pela receita gerada com a venda das unidades produzidas. No caso da Alternativa A, o CTMe constatado foi de R$ 346,89, por saca, enquanto a Alternativa B é igual a R$ 299,56. Para as duas situações, o preço recebido pela saca de café no valor de R$ 362,81 é superior que os custos anuais de produção. Cabe ressaltar que caso, o produtor consiga aumentar a produtividade de sacas de café por hectare sem que haja uma elevação significativa de custos de produção, menor será o custo unitário da saca de café devido ao aumento da produtividade. Assim, há a possibilidade de o empresário auferir maior margem de lucro.

A redução dos custos com serviços, devido à adoção da mecanização da colheita, foi responsável pelo menor CTMe da Alternativa B. Como a estrutura de custos da Alternativa A é semelhante à da Alternativa B, exceto pela mecanização da colheita, observa-se que a mudança na forma de colher o fruto, adotando-se a mecanização reduziu o custo da saca de café na Alternativa B em 13,64%, comparado com a Alternativa A.

A liquidez das alternativas foi obtida com o *Payback* Simples (PBS) (Figura 2). O capital inicial investido para a exploração das duas alternativas é igual a R$ 16.367,49. Na Alternativa A, o investimento inicial é recuperado em 13,49 anos. Já a recuperação do capital investido na Alternativa B ocorre em 8,19 anos. Entre as alternativas analisadas, a Alternativa B tem o menor tempo de recuperação do capital investido e, consequentemente, maior liquidez.

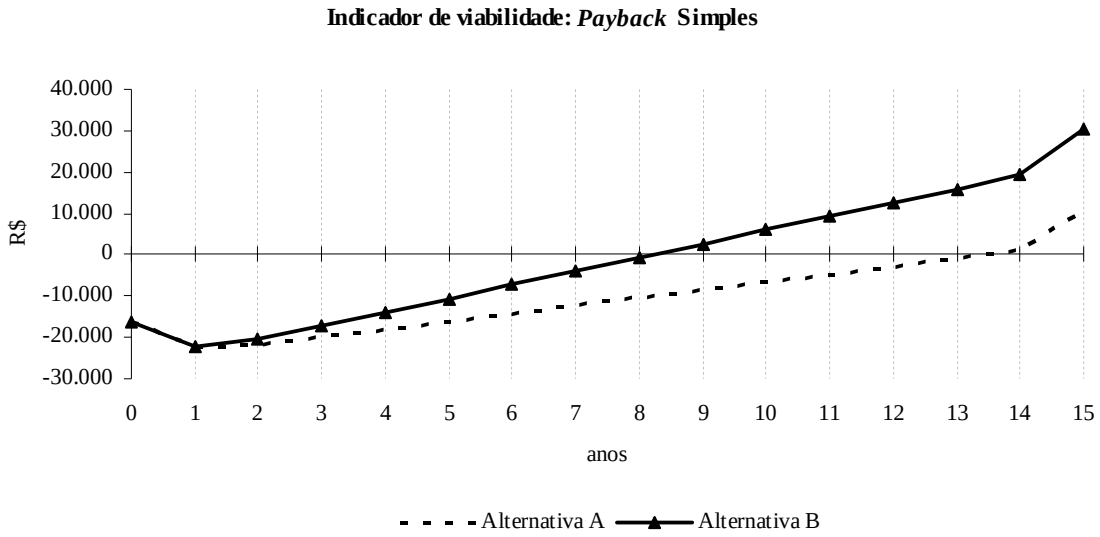
O período de recuperação do investimento também pode ser calculado considerando o custo do capital, neste caso à taxa de 8% ao ano, obtendo-se o *Payback* Descontado (PBD), que apresenta como vantagem ao PBS, a inclusão da taxa de desconto que representa o custo de oportunidade do capital investido. Dessa forma, as alternativas apresentaram a recuperação do capital investido em períodos maiores que os constatados com o *Payback* Simples. O PBD da Alternativa A não recupera o capital investido no horizonte do investimento, que é de 15 anos, enquanto a Alternativa B recupera o capital investido em 13,04 anos. No caso do PBD, a Alternativa B também apresenta maior liquidez em relação à Alternativa A.

O indicador Razão Benefício Custo (B/C) demonstrou viabilidade para a Alternativa B. No caso do Alternativa A, cada R$ 1,00 investido gera um retorno de R$ 0,90. Já a Alternativa B obtém um retorno da ordem de R$ 1,02, para cada R$ 1,00 investido.

TABELA 1 – Resultado dos indicadores de avaliação da viabilidade econômico-financeira da exploração da cafeicultura no sul de Minas Gerais, para preço real da saca de café em R$ 362,81, referente à média no período de 1994 a 2008.

Indicadores	Alternativa A	Alternativa B
Valor Presente Líquido - VPL (R$)	-6.065,82	4.645,59
Taxa Interna de Retorno - TIR (%)	4,17	10,71
Custo Total Médio - CTMe (R$/saca)	346,89	299,56
Payback Simples - PBS (anos)	13,49	8,19
Payback Descontado - PBD (anos)	> 15	13,04
Razão Beneficio/Custo - B/C	0,90	1,02

Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa

FIGURA 2 – *Payback* Simples (PBS) para as alternativas A e B da exploração da cafeicultura no sul de Minas Gerais.

4 CONCLUSÕES

Os coeficientes dos indicadores de viabilidade econômico-financeira Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Razão Beneficio Custo (B/C), demonstraram que a Alternativa B com colheita mecanizada, foi viável. Já a Alternativa A, com colheita manual, foi inviável. A Alternativa B apresentou maior liquidez e obteve os menores *Payback* Simples (PBS), *Payback* Descontado (PBD) e Custo Total Médio (CTMe), em relação à Alternativa A.

Conclui-se que, a utilização da mecanização na colheita do café, quando possível, tem impacto significativo na composição de custos, o que influencia diretamente o desempenho do empreendimento cafeeiro, na região sul de Minas Gerais. A Alternativa B, que adota a colheita mecanizada, apresentou menor custo e melhor resultado dos indicadores econômico-financeiros em comparação com a Alternativa A, que realiza a colheita de forma manual. Por fim, cabe destacar que o preço do café tem influência na viabilidade econômico-financeira do investimento cafeeiro sendo fundamental para a sua rentabilidade. Dessa forma, o empresário rural deve efetuar um gerenciamento que priorize o planejamento e a gestão de custos, buscando a otimização dos recursos produtivos aplicados na cafeicultura, além de poder

utilizar mecanismos de comercialização para minimizar o risco de variabilidade dos preços do café como o mercado de futuros, por exemplo, haja vista a impossibilidade do empresário cafeicultor, isoladamente, influenciar o preço do café no mercado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÊDES, A. F. **Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma região tradicional produtora**. 2006. 89 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ARÊDES, A. F.; PEREIRA, M. W. G. Análise econômica da produção de café arábica: um estudo de caso com simulação de Monte Carlo para sistemas de baixa e alta produtividade. **Informações Economicas**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 19-30, abr. 2008.

BACHA, C. J. C. A cafeicultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e suas perspectivas. **Preços Agrícolas**, São Paulo, v. 12, n. 142, p. 14-22, ago. 1998.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB agro mineiro**. Disponível em: <http//:www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 7 out. 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores agropecuários**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 7 out. 2011.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Indicadores do agronegócio**. Disponível em: <http//:www.faemg.org.br>. Acesso em: 7 out. 2011.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 519 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Índices analíticos**. Disponível em: <http//:www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 12 jun. 2009.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários:** administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

OLIVEIRA, M. D. M. et al. Investimento e rentabilidade na produção de café especial: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 9, p. 17-25, set. 2005.

PALACIN, J. J. F. **Avaliação energética e econômica de sistemas de produção de café de montanha**. 2007. 286 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PEREIRA, M. W. G.; ARÊDES, A. F.; TEIXEIRA, E. C. Avaliação economica do cultivo de trigo dos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. **Revista de Economia e Agronegocio**, Viçosa, v. 5, n. 4, p. 591-610, 2007.

SILVA, F. M. et al. **Colheita do café mecanizada e semimecanizada**. Lavras: UFLA; CBP&D/Café, 2001. 88 p.

SILVA, J. M.; REIS, R. P. Custos de produção na região de Lavras, MG: estudo de casos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1287-1294, nov./dez. 2001.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos:** planejamento, elaboração e análise. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 288 p.

ANEXOS:

TABELA 1 A – Fluxo de caixa e orçamento da Alternativa A referente a colheita manual, quando o preço real da saca de café é de R$ 362,81, referente à média no período de 1994 a 2008, em 15 anos da produção de café Catuaí, com 4.000 plantas em 1 hectare, para região sul de Minas Gerais.

Descrição	ESP.	V.U	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano3	...	Ano 15
A: Entradas						9.070,25	10.884,30	...	
Produção	saca/kg					25	30	...	30
Preço	R$					362,81	362,81	...	362,81
Valor residual	R$/ha							...	8.000,00
B: Saídas					6.560,18	9.734,72	9.820,44	...	9.820,44
b.1.Insumos								...	
Superfosfato simples	Kg	320	0,80		256,00	256,00	256,00	...	256,00
Sulfato amônio	Kg	1600	0,80		1280,00	1280,00	1280,00	...	1280,00
Cloreto de potássio	Kg	400	2,00		800,00	800,00	800,00	...	800,00
Sulfato de zinco	Kg	8	2,25		18,00	18,00	18,00	...	18,00
Ácido bórico	Kg	75	3,00		225,00	225,00	225,00	...	225,00
Calcário	T	2	70,00		140,00	140,00	140,00	...	140,00
Fungicida (ferrugem)	l	1	75,00		75,00	75,00	75,00	...	75,00
Inseticida (cigarra)	Kg	30	8,00		240,00	240,00	240,00	...	240,00
Inseticida (bicho mineiro)	l	1	42,00		42,00	42,00	42,00	...	42,00
Inseticida (broca)	l	1	18,75		18,75	18,75	18,75	...	18,75
Fungicida cúprico	Kg	3	21,77		65,31	65,31	65,31	...	65,31
Formicida	Kg	1	6,26		6,26	6,26	6,26	...	6,26
Herbicida	l	4	19,94		79,76	79,76	79,76	...	79,76
Sacaria nova (tipo exportação)	Unid.		3,85			96,25	115,50	...	115,50
Utensílios	R$				285,06	285,06	285,06	...	285,06
b.2.Serviços								...	
Aplicação de defensivos+foliar	HT	4	55,00		220,00	220,00	220,00	...	220,00
Arruação+esparramação	HT	3	55,00		165,00	165,00	165,00	...	165,00
Aplicação calcário	HT	2	55,00		110,00	110,00	110,00	...	110,00
Adubação em cobertura	DH	4	25,00		100,00	100,00	100,00	...	100,00
Desbrota	DH	6	25,00		150,00	150,00	150,00	...	150,00
Aplicação herbicida (2X)	HT	3	55,00		165,00	165,00	165,00	...	165,00
Capina mecânica – roçadora (2X)	HT	4	55,00		220,00	220,00	220,00	...	220,00
Capinas manuais (repasse)	DH	9	25,00		225,00	225,00	225,00	...	225,00
Colheita manual	DH	80	25,00			2000,00	2000,00	...	2000,00
Secagem	DH	11	25,00			275,00	275,00	...	275,00
Beneficiamento	R$/saca		4,50			112,50	135,00	...	135,00
Transporte	%	10			135,50	374,25	376,50	...	376,50
b.3.Administração								...	
Depreciação					842,89	842,89	842,89	...	842,89
MDO administrativa	R$/ha				330,00	330,00	330,00	...	330,00
Assistência técnica	R$/ha				61,51	61,51	61,51	...	61,51
Contabilidade	R$/ha				78,00	78,00	78,00	...	78,00
Telefone/ luz	R$/ha				108,00	108,00	108,00	...	108,00
INSS	R$/%					208,62	250,34	...	250,34
Outros impostos e contribuições					118,14	361,56	361,56	...	361,56
C: Lucro antes imposto de renda					-6.560,18	-664,47	1.149,58	...	1.149,58
D: Imposto de renda					-6.560,18	-664,47	1.149,58	...	1.149,58
E: Lucro líquido					-6.560,18	-664,47	1.149,58	...	1.149,58

Continua...

TABELA 1 A – Continuação...

Descrição	ESP.	V.U	QT.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano3	...	Ano 15
F: Depreciação	R$/ha				842,89	842,89	842,89	...	842,89
G: Investimento na implantação da lavoura*	R$/ha			-5.843,49				...	
H: Investimento em depósito e terreiro	R$/ha			-2.524,00				...	
I: Investimento em terra	R$/ha			-8.000,00				...	
J: Fluxo líquido de caixa				-16.367,49	-5.717,29	178,42	1.906,75	...	9.906,75
L: Fluxo líquido de caixa acumulado				-16.367,49	-22.084,78	-21.906,35	-19.999,60	...	10.881,41

ESP: Especificação; V.U: Valor Unitário; DH: Dia homem; HT: Hora trator; HC: Hora colhedora.

*Aração, calagem, subsolagem, gradagem, sulcamento, distribuição de adubos, transporte de mudas, plantio, replantio, aplicação em cobertura, tratos fitossanitários, utensílios e ferramentas, cerca, mudas. Ainda foi acrescido um valor de contingência na ordem de 10% do valor total do investimento, conforme sugerido por Woiler e Mathias (2008).

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do Polo de Excelência do Café.

TABELA 2 A – Fluxo de caixa e orçamento da Alternativa B, referente à colheita mecanizada, quando o preço real da saca de café é de R$ 362,81, referente à média no período de 1994 a 2008, em 15 anos da produção de café Catuaí, com 4.000 plantas em 1 hectare, para região sul de Minas Gerais.

Descrição	ESP.	QT.	V.U	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano3	...	Ano 15
A: Entradas						9.070,25	10.884,30	...	10.884,30
Produção	saca/kg					25	30	...	30
Preço	R$					362,81	362,81	...	362,81
Valor residual	R$/ha							...	8.000,00
B: Saídas					6.560,18	8.331,52	8.417,24	...	8.417,24
b.1.Insumos								...	
Superfosfato simples	Kg	320	0,80		256,00	256,00	256,00	...	256,00
Sulfato amônio	Kg	1600	0,80		1280,00	1280,00	1280,00	...	1280,00
Cloreto de potássio	Kg	400	2,00		800,00	800,00	800,00	...	800,00
Sulfato de zinco	Kg	8	2,25		18,00	18,00	18,00	...	18,00
Ácido bórico	Kg	75	3,00		225,00	225,00	225,00	...	225,00
Calcário	T	2	70,00		140,00	140,00	140,00	...	140,00
Fungicida (ferrugem)	l	1	75,00		75,00	75,00	75,00	...	75,00
Inseticida (cigarra)	Kg	30	8,00		240,00	240,00	240,00	...	240,00
Inseticida (bicho mineiro)	l	1	42,00		42,00	42,00	42,00	...	42,00
Inseticida (broca)	l	1	18,75		18,75	18,75	18,75	...	18,75
Fungicida cúprico	Kg	3	21,77		65,31	65,31	65,31	...	65,31
Formicida	Kg	1	6,26		6,26	6,26	6,26	...	6,26
Herbicida	l	4	19,94		79,76	79,76	79,76	...	79,76
Sacaria nova (tipo exportação)	Unid.	30	3,85			96,25	115,50	...	115,50
Utensílios					285,06	285,06	285,06	...	285,06
b.2 Serviços								...	
Aplicação de defensivos+foliar	HT	4	55,00		220,00	220,00	220,00	...	220,00
Arruação+esparramação	HT	3	55,00		165,00	165,00	165,00	...	165,00
Aplicação calcário	HT	2	55,00		110,00	110,00	110,00	...	110,00
Adubação em cobertura	DH	4	25,00		100,00	100,00	100,00	...	100,00
Desbrota	DH	6	25,00		150,00	150,00	150,00	...	150,00
Aplicação herbicida (2X)	HT	3	55,00		165,00	165,00	165,00	...	165,00
Capina mecânica – roçadora (2X)	HT	4	55,00		220,00	220,00	220,00	...	220,00
Capinas manuais (repasse)	DH	9	25,00		225,00	225,00	225,00	...	225,00
Colheita mecanizada (2X)	HC	4	120,00			480,00	480,00	...	480,00
Repasse de colheita	DH	16	25,00			400,00	400,00	...	400,00
Secagem	DH	11	25,00			275,00	275,00	...	275,00
Beneficiamento	Sc	30	4,50			112,50	135,00	...	135,00
Transporte	%	10			135,50	262,25	264,50	...	264,50
b.3Administração								...	
Depreciação					842,89	842,89	842,89	...	842,89
M-d-o administrativa	R$/ha				330,00	330,00	330,00	...	330,00
Assistência técnica	R$/ha				61,51	61,51	61,51	...	61,51
Contabilidade	R$/ha				78,00	78,00	78,00	...	78,00
Telefone/ luz	R$/ha				108,00	108,00	108,00	...	108,00
INSS	R$/%					208,62	250,34	...	250,34
Outros impostos e contribuições					118,14	190,36	190,36	...	190,36
C: Lucro antes imposto de renda					-6.560,18	738,73	2.467,06	...	2.467,06
D: Imposto de renda					0,00	0,00	0,00	...	0,00
E: Lucro líquido					-6.560,18	738,73	2.467,06	...	2.467,06

Continua...

TABELA 2 A– Continuação...

Descrição	ESP.	QT.	V.U	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano3	...	Ano 15
F: Depreciação	R$/ha				842,89	842,89	842,89	...	842,89
G: Investimento na implantação da lavoura*	R$/ha			-5.843,49				...	
H: Investimento em depósito e terreiro	R$/ha			-2.524,00				...	
I: Investimento em terra	R$/ha			-8.000,00				...	
J: Fluxo líquido de caixa	R$/ha			-16.367,49	-5.717,29	1.581,62	3.309,95	...	11.309,95
L: Fluxo líquido de caixa acumulado	R$/ha			-16.367,49	-22.084,78	-20.503,15	-17.193,20	...	30.526,21

ESP: Especificação; V.U: Valor Unitário; DH: Dia homem; HT: Hora trator; HC: Hora colhedora

*Aração, calagem, subsolagem, gradagem, sulcamento, distribuição de adubos, transporte de mudas, plantio, replantio, aplicação em cobertura, tratos fitossanitários, utensílios e ferramentas, cerca, mudas. Ainda foi acrescido um valor de contingência na ordem de 10% do valor total do investimento, conforme sugerido por Woiler e Mathias (2008).

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados obtidos junto ao Polo de Excelência do Café

ESPACIALIZAÇÃO E DINÂMICA DA CAFEICULTURA MINEIRA ENTRE 1990 E 2008, UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Vanessa Cristina Oliveira Souza[1],Tatiana Grossi Chquiloff Vieira[2],
Margarete Marin Lordelo Volpato[3], Helena Maria Ramos Alves[4]

(Recebido: 26 de abril de 2010 ; aceito 5 de janeiro de 2012)

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, avaliar e detectar padrões espaciais de área plantada e produção cafeeira no estado de Minas Gerais, entre os anos de 1990 e 2008. Para tanto, foram utilizados dados do IBGE, e o sistema de informação geográfica TerraView, que permitiu a agregação das informações cadastrais do IBGE com a divisão municipal cartográfica do Estado. A integração dos dados num SIG permitiu visualizar os dados espacialmente, e possibilitou a identificação das regiões do Estado mais importantes para a cafeicultura. Entre os anos de 1990 e 2009, houve um acréscimo de 16,51% na área plantada, sendo que as mesorregiões Sul/Sudoeste de Minas e Zona da Mata foram as que apresentaram maior crescimento da cafeicultura. Por outro lado, as mesorregiões Central Mineira e Vale do Mucuri tiveram suas áreas de café diminuídas nesse mesmo período. Os mapas de densidade de área plantada, em relação à área do município, revelaram que as regiões Sul/Sudoeste de Minas e Zona da Mata são as que mais dependem economicamente da cafeicultura. Com relação à produção, houve uma redução do número de municípios que produzem menos de 50 mil sacas e um aumento dos que produzem mais de 50 mil sacas. Os dados de produção do IBGE foram comparados aos do Anuário Estatístico do Café, observando-se uma enorme diferença de grandezas entre os dados, até o ano 2002.

Termos para indexação: Café, Minas Gerais, produção agrícola, análise espaço temporal, SIG.

DYNAMICS AND SPATIALIZATION OF THE COFFEE PRODUCTION OF MINAS GERAIS STATE BETWEEN 1990 AND 2008 USING GEOTECHNOLOGIES

ABSTRACT: *The aim of this study was to identify coffee cropped areas and production spatial patterns in the state of Minas Gerais between 1990 and 2009. IBGE and Statistic Coffee Yearbook data were used. The data was treated by the TerraView Geographic Information System, which overlaid the coffee information with the state's district cartographic division. During the years studied, the cultivated area increased by 17.13%. The South/Southwest, Zona da Mata and Northern regions presented the highest growth. The regions Central Mineira and Vale do Mucuri had their coffee areas reduced. The production of the Zona da Mata and South/Southwest regions of the state increased. There was also a reduction of 20.46% in the number of districts that produce up to 50,000 60 kg bags of coffee per year. A comparison of the IBGE and Statistic Coffee Yearbook data evidenced a large discrepancy between the official statistics, which showed a greater alignment only from the year 2002 onwards.*

Index terms: *Coffee production, Minas Gerais, spatial temporal analysis, GIS.*

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de grande importância para o cenário internacional e contribui, em larga escala, para a geração de emprego e de divisas no país (GOMES; ROSADO, 2005). O café é um dos principais produtos agrícolas na pauta das exportações brasileiras, tornando-se um grande fornecedor de receitas cambiais. Das *commodities* mais negociadas do mercado, é a que apresenta a maior volatilidade. Os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná são os maiores produtores de café no Brasil, sendo o Espírito Santo o maior produtor de café conillon e Minas Gerais de café arábica.

Em Minas Gerais, estado que abrange um território de 586.528 km² de área, a cafeicultura cresceu principalmente depois da década de 1970,

[1]Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI – Instituto de Ciências Exatas – Departamento de Matemática e Computação (ICE/DMC) – Cx. Postal: 50 – 37500-903 - Itajubá - MG - vanessa.vcos@gmail.com
[2]Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG – Laboratório de Geoprocessamento - Unidade Regional do Sul de Minas (GeoSolos/URESM) - Cx. Postal: 176 – 37200-000 - Lavras – MG - tatiana@epamig.ufla.br
[3]Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG – Laboratório de Geoprocessamento - Unidade Regional do Sul de Minas (GeoSolos/URESM) - Cx. Postal: 176 – 37200-000 - Lavras – MG - margarete@epamig.ufla.br
[4]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA CAFÉ – Laboratório de Geoprocessamento - Unidade Regional do Sul de Minas (GeoSolos/URESM) - Cx. Postal: 176 – 37200-000 - Lavras – MG - helena@epamig.ufla.br

quando intempéries climáticas prejudicaram as lavouras paulista e paranaense, direcionando ainda mais a produção de café para esse Estado. Atualmente, a cafeicultura é o principal produto da agropecuária mineira, tendo grande importância no cenário econômico, político e social do Estado, sendo grande geradora de empregos diretos e indiretos, fixando o homem ao campo e evitando o êxodo rural (INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE MINAS GERAIS - INDI, 2009; SILVA; REIS, 2001).

A cadeia produtiva do café em Minas caracteriza-se por apresentar inúmeras organizações, instituições e centros de pesquisa que conduzem o desenvolvimento, o controle e o aperfeiçoamento da atividade cafeeira no Estado (OLIVEIRA et al., 2008). Reflexo dessa infraestrutura é a contribuição de Minas em 46,50% da área plantada e 43,90% da produção nacional de café. As maiores regiões produtoras do Estado, em ordem decrescente, são o Sul e Oeste de Minas, seguidos de Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, e Zona da Mata e Jequitinhonha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2009).

Apesar da importância do agronegócio do café no estado de Minas Gerais, dados de área plantada e produção diferem entre as instituições governamentais, de pesquisa e cooperativas que fazem tais levantamentos. Além disso, tais informações encontram-se fragmentadas e são de difícil visualização, tornando complexo o entendimento por completo da cafeicultura no Estado.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são ferramentas que permitem a integração, análise, espacialização e exibição das informações sobre a cafeicultura mineira, possibilitando maior segurança e agilidade nas tomadas de decisão. Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georeferenciados, isso é, localizados na superfície terrestre, segundo uma projeção cartográfica e um sistema de coordenadas. Medeiros (1999) esclarece que os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

Em face do exposto, objetivou-se, neste trabalho:

• espacializar as variáveis, área plantada e produção de café, dos 853 municípios mineiros, no período de 1990 a 2008; e,

• analisar a evolução temporal da dinâmica espacial, identificando os padrões espaciais dessa cultura no Estado e sua dinâmica no decorrer dos anos em estudo.

Para atingir tais objetivos, foi gerado um banco de dados geográficos da cafeicultura mineira, por meio do qual foram gerados mapas e gráficos de distribuição da produção e de área plantada no Estado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende as coordenadas de latitudes Sul 23º 35’ a 13º 15’ e de longitudes Oeste 51º 55’ a 39º 20’, correspondentes ao estado de Minas Gerais. A Figura 1 apresenta o estado de Minas, dividido em mesorregiões e municípios.

A metodologia seguida neste trabalho pode ser acompanhada no fluxograma da Figura 2. A base cartográfica municipal do estado de Minas Gerais foi obtida no site do GeoMinas (MINAS GERAIS, 1980). As séries temporais de área plantada e produção de café do Estado entre os anos de 1990 e 2007 foram obtidas em planilha eletrônica, no site do IBGE (IBGE, 2009). Os valores das mesmas variáveis para os anos 2008 e 2009 foram obtidas, em planilha eletrônica, por comunicação pessoal[5]. Os dados de 2009 representam estimativas de safra. Nos dados originais, a área plantada é expressa em hectares e a produção em toneladas, mas para análise no trabalho os dados de produção foram transformados para sacas de 60 kg. A área de cada território municipal também foi obtida por meio de planilha eletrônica no site do IBGE e é expressa em km^2.

Nos dados disponibilizados pelo IBGE, entre 1990 e 2007, não constavam os municípios de Delta, Natalândia, Santa Cruz de Minas e Senador Amaral. Para esses municípios foi atribuído o valor zero para as variáveis área plantada e produção.

Posteriormente, fez-se uma média para os anos de 1990 a 1999 e para os anos 2000 a 2008. Assim, pretendeu-se conhecer o comportamento dessas variáveis no Estado, sem a interferência do efeito bianual do cafeeiro. Os dados de 2009 foram retirados por se tratarem de previsão, sendo utilizados apenas na comparação da área ocupada pelo café.

[5]Humberto Silva Augusto (IBGE - MG). Comunicação pessoal, 2009.

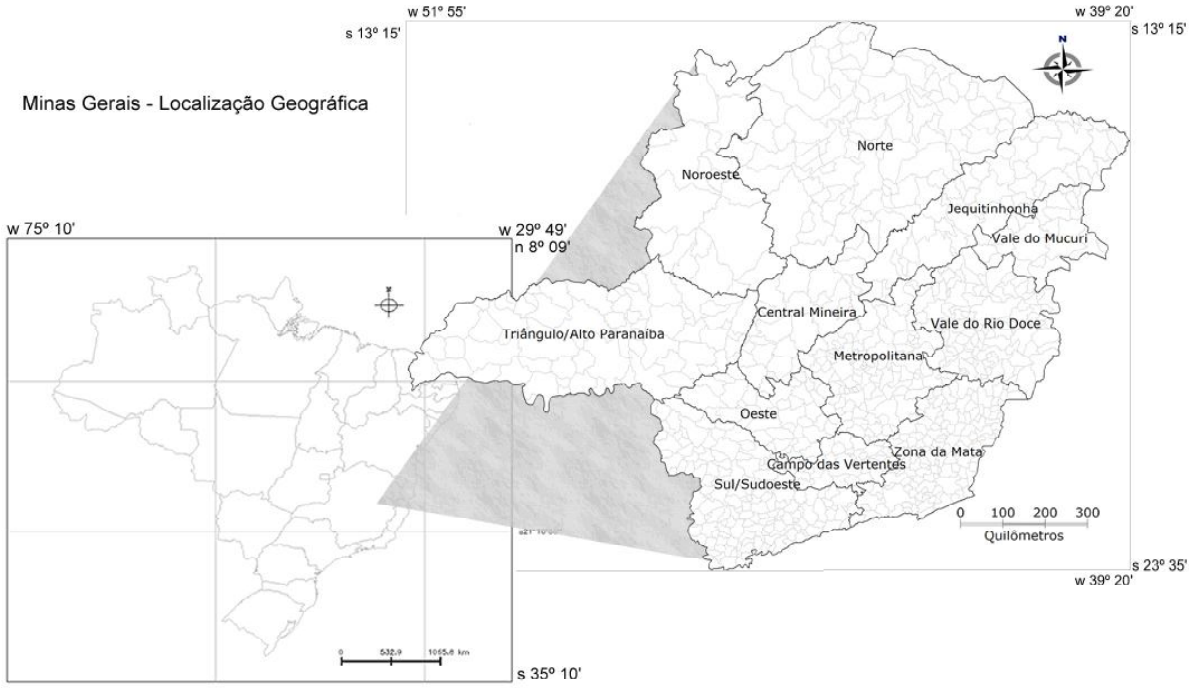


FIGURA 1 – Estado de Minas Gerais com a divisão em mesorregiões e municípios.

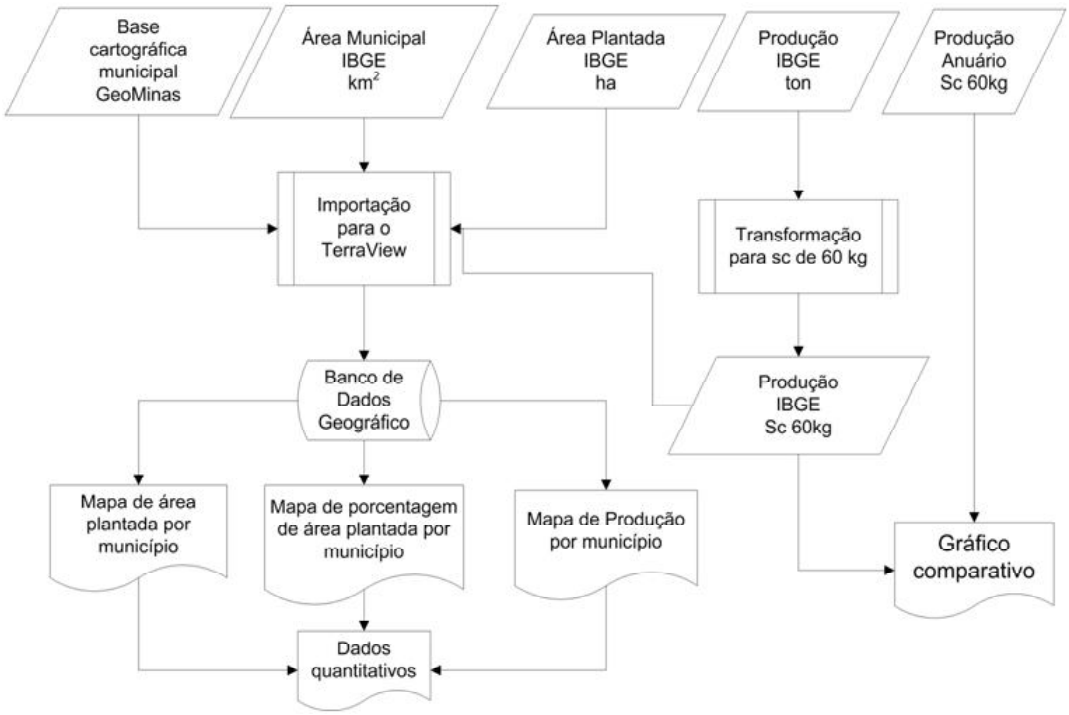


FIGURA 2 – Fluxograma das atividades desenvolvidas.

Os dados foram integrados à base cartográfica municipal do Estado, importados para o sistema de informação geográfica TerraView (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2009), utilizando o sistema de coordenadas LatLong e datum WGS84. Os dados foram então processados e analisados. Foram gerados os mapas de área plantada, produção e de porcentagem da área plantada em relação à área do município (densidade), além de gráficos e tabelas numéricas.

Para os mapas de área plantada, os municípios foram agrupados por tamanho de área plantada nas seguintes classes, em hectares: 0 |-1, 1 |-500; 500 |-2.500; 2.500 |-5.000; 5.000 |-15.000 e 15.000 |-35.000, em que 0|-1 indica a classe onde a área plantada do município é maior ou igual a 0 e menor que 1 hectare. Para os mapas de produção, foram instituídas as seguintes classes, em sacas de 60 kg: 0; 1|-10.000; 10.000|-50.000; 50.000|-100.000; 100.000|-300.000 e 300.000|-1.000.000. A classe 0 representa os municípios que não produzem café. As demais representam a significância do município para a cafeicultura do Estado, até atingir os maiores municípios produtores de Minas Gerais. Para os mapas de densidade foram geradas as seguintes classes, em porcentagem: 0 |-1; 1 |-10; 10 |-20; 20 |-30 e 30 |-50, já que a maior densidade encontrada foi de 46.18%.

Os dados de produção do IBGE foram comparados com os do Anuário Estatístico do Café (COFFEE BUSINESS, 2003), no período de 1990 a 2008. Os dados de área plantada e produção foram ainda agrupados por mesorregião. Um teste T-pareado foi realizado para avaliar-se a diferença entre os valores médios das duas variáveis (área plantada e produção) entre as décadas de 90 (1990 a 1999) e 2000 (2000 a 2008). Esse procedimento estatístico, realizado utilizando-se o programa ACTION, versão 2.2, visou verificar se o crescimento ou diminuição dessas variáveis foi significativo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Área Plantada

Na Figura 3 são apresentados os dados de área plantada, os quais refletem as oscilações que ocorreram no setor, ao longo do período avaliado. Devido aos baixos preços vigentes na cafeicultura, entre 1988 e 1992 (BACHA, 1998), houve, no início da década de 90, a erradicação de cafeeiros pouco produtivos. Reduções no preço do café no Brasil e no exterior (ORMOND; PAULA; FAVERET FILHO, 1999), em geral, incentivam a erradicação dos cafezais mais velhos, diminuindo a área ocupada pela cultura. Em março de 1990, foi extinto o Instituto Brasileiro do Café (IBC), adentrando a cafeicultura em nova fase, caracterizada pela ausência do Estado nas atividades de controle de produção, industrialização e exportação de café, e pela reduzida participação estatal nas atividades de comercialização e pesquisa desse produto. Em Junho e Julho de 1994 ocorreram geadas, seguidas por longos períodos de estiagem, que afetaram os cafezais no Estado (MENDES; GUIMARÃES, 1997). Dessa forma, entre 1990 e 1998, a área e a produção estavam reduzidas, em razão das crises de mercado no início

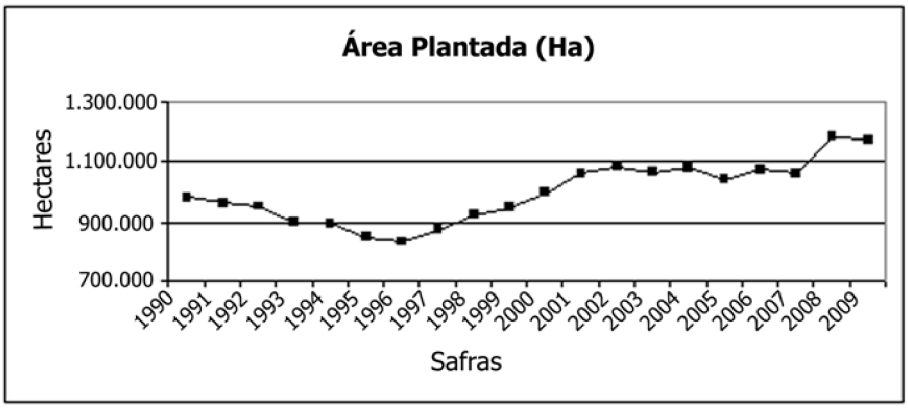


FIGURA 3 – Variação de área plantada em Minas Gerais entre 1990 e 2009.

da década, que levou à baixa dos preços do café, a ocorrência das intempéries climáticas e da instabilidade política do setor e o final do IBC (BACHA, 1998; MOREIRA, 2003; OTANI et al., 2001). Esse comportamento pode ser visualizado no gráfico da Figura 3, onde é possível observar uma redução na área plantada, entre 1993 e 1998.

Em 1995 foi criado, pelo governo federal, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, com o intuito de atender de forma diferenciada os produtores rurais familiares, que desenvolvem suas atividades mediante emprego direto de sua força de trabalho e de sua família. Em Minas Gerais, o PRONAF resultou em um incentivo para a cafeicultura, o que pode ter influenciado o aumento da área plantada a partir de 1998. Em 2001, a área ocupada pelo café em Minas Gerais ultrapassou um milhão de hectares, média que se manteve até 2007, apesar de uma leve queda em 2005. A partir de 2008, percebe-se uma tendência de elevação da área plantada no Estado. Em 1990, o café ocupava 983.645 ha em Minas Gerais. Em 2000, a área era de 998.515 ha e em 2009, a previsão é de 1.178.214 ha. Ou seja, nesses 29 anos estudados, houve um aumento de 16,51% na área de cafeicultura do Estado.

Os mapas da espacialização de área plantada com café em Minas Gerais nas décadas de 90 e 2000 são apresentados nas Figuras 4 e 5, respectivamente. As regiões do Triângulo Mineiro, Sul/Sudoeste de Minas e Zona da Mata são as que apresentam municípios com maior área plantada no Estado. Pela análise dos mapas, verifica-se que, espacialmente, não houve grandes mudanças nessas últimas décadas. Os grandes centros produtores mantiveram-se e os que produziam menos diminuíram suas áreas.

Verifica-se no gráfico da Figura 6 que as mesorregiões que mais tiveram aumento na área plantada foram a Norte (144%), Noroeste (34.51%) e Sul/Sudoeste de Minas (22.80%). É importante ressaltar que a mesorregião Norte, mesmo com o aumento significativo na área ocupada com café, continua sendo pouco expressiva para a cafeicultura do Estado.

As regiões Central Mineira e Vale do Mucuri foram as únicas que tiveram suas áreas de café diminuídas, no período estudado (79 e 21%, respectivamente).

A diminuição da área na mesorregião Central Mineira pode ter ocorrido devido à substituição da cultura pelo milho, visto que existem muitas granjas na região e há grande incentivo ao plantio de milho. Conforme Nogueira, Caixeta e Lana (2008), o Vale do Mucuri é uma região com poucas lavouras permanentess e temporárias, inexpressivas quando confrontadas com o total da produção estadual. No entanto, segundo esses autores, a mesorregião tem grande potencial para a expansão sucroalcooleira e da silvicultura e, também, para o adensamento da cadeia produtiva da pecuária bovina.

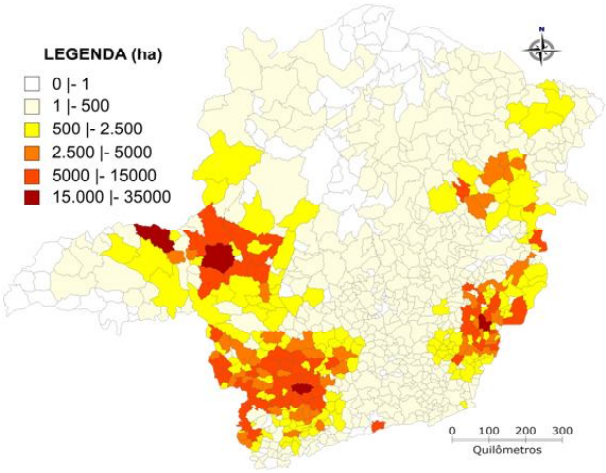


FIGURA 4 – Média da área plantada, por município, entre os anos 1990 e 1999.

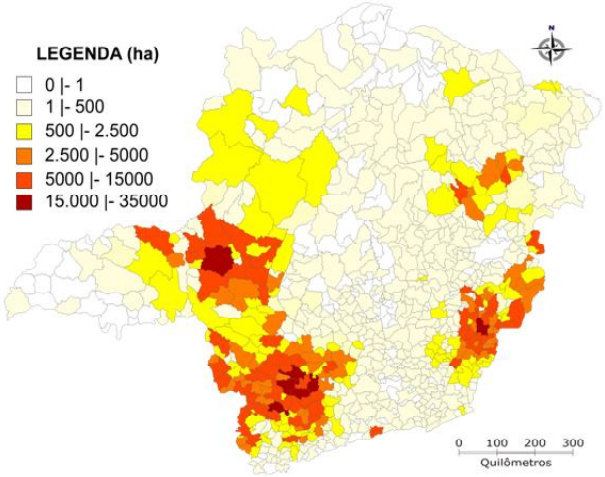


FIGURA 5 – Média da área plantada, por município, entre os anos 2000 e 2008.

O resultado do teste T-Pareado, aplicado aos dados agrupados por mesorregião, demonstrou existir diferença significativa (5%; GL=11) entre as médias, sendo que a área plantada entre 2000 e 2008 era maior que a área plantada entre 1990 e 1999. Dessa forma, quantitativamente, houve um crescimento significativo da cafeicultura no Estado.

O gráfico da Figura 7 apresenta a distribuição dos municípios por classes de área ocupada pela cafeicultura no Estado, para os dois períodos estudados, 1990 a 1999 e 2000 a 2008. Houve um aumento de 26,67% no número de municípios que não plantam café. O número de municípios, com área variando entre 2.500 a 5.000 há, cresceu 18% e para aqueles cujas áreas variam entre 5.000 e 15.000 ha, o aumento foi da ordem de 22,64%.

Na Figura 7, destaca-se a classe 500 a 2.500 ha, que reduziu 15,54%. Percebe-se também, uma redução de 5,88% nos municípios que possuem menos de 500 ha de área plantada. A classe que mais aumentou foi a de municípios que possuem de 15 a 35 mil hectares (75%).

Na primeira década, eram apenas quatro municípios nessa classe (Araguari e Patrocínio no Triângulo Mineiro; Três Pontas no Sul/Sudoeste de Minas e Manhuaçu na Zona da Mata). Na segunda década, esse número sobe para sete municípios. Na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas, além de Três Pontas, os municípios de Machado, Campos Gerais e Boa Esperança foram incluídos na classe acima dos 15 mil hectares, comprovando-se a expansão da área produtiva e a atual relevância da cafeicultura

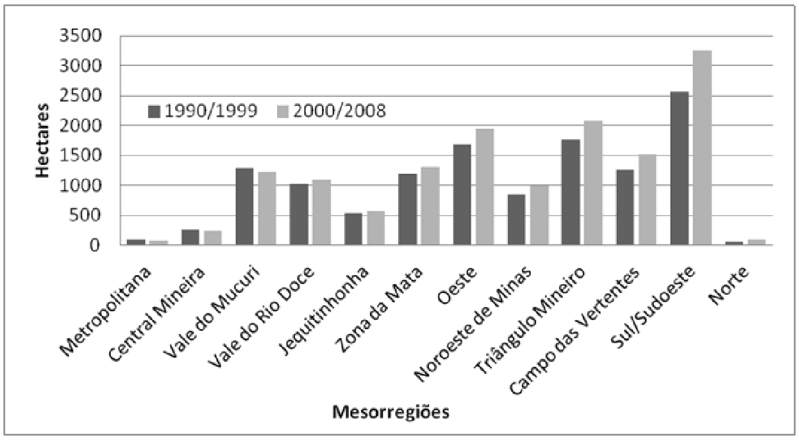


FIGURA 6 – Variação da área ocupada com café nas mesorregiões mineiras, entre os períodos de anos de 1990 a 1999 e 2000 a 2008.

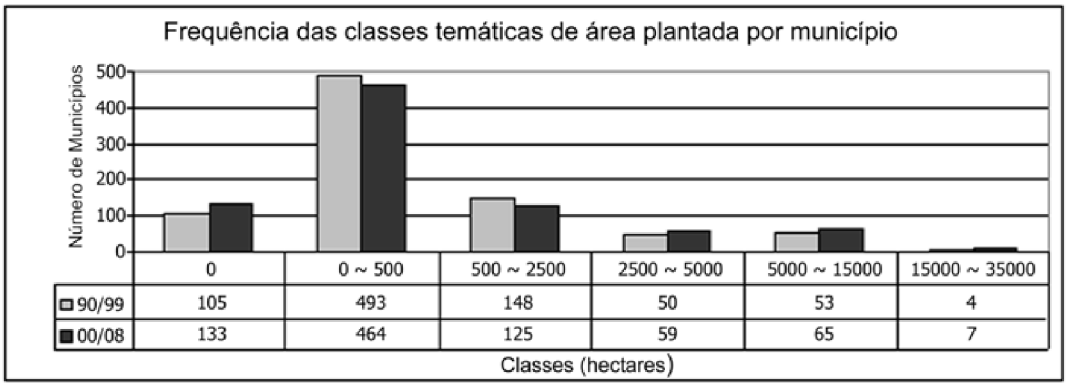


FIGURA 7 – Frequência das classes temáticas de área plantada, por município.

para o Sul/Sudoeste de Minas. No limite entre o Sul/ Sudoeste de Minas e Campo das Vertentes, o município de Nepomuceno também foi incluído nessa classe.

Já no Triângulo Mineiro, Araguari teve a média de área plantada, que, na primeira década era de 18.670 ha, reduzida para 13.055.56 ha. Assim, o município passou para a classe de 5 a 15 mil hectares. Por outro lado, o município de Patrocínio apresentou um aumento de 43,15% da média da área ocupada pela cafeicultura entre a primeira e a segunda décadas estudadas. Na região da Zona da Mata, o município de Manhuaçu teve a área plantada com café reduzida 14,15%, mas ainda manteve-se na classe acima dos 15 mil hectares. O comportamento desses principais municípios produtores pode ser visto na Figura 8.

3.2. Densidade

Os mapas de densidade foram obtidos dividindo-se as médias da área plantada entre 1990 e 1999 e entre 2000 e 2008 pela área total do município. Esses mapas (Figuras 9 e 10) representam a importância econômica da cafeicultura para o município. Nos municípios de maior densidade (classes de 20-30 e de 30-50), toda a infraestrutura e a economia ficam centradas, quase que exclusivamente, no desempenho produtivo do café. E como resultado, oscilações decorrentes da variação da produção e dos valores cotados nos mercados internacionais refletem-se diretamente na economia local.

A primeira análise dos mapas das Figuras 9 e 10, ratifica a divisão das regiões cafeeiras feita por Floriani (2000) nas áreas Sul de Minas Gerais, Cerrado Mineiro, Chapada de Minas e Matas de Minas.

Percebe-se um aumento na importância econômica do café, especialmente na Zona da Mata e no Sul de Minas, corroborando Souza e Perobelli (2008), os quais afirmam que, em regiões montanhosas de Minas Gerais, o café é uma das poucas culturas com capacidade de geração de emprego e de renda para os municípios, contribuindo para assegurar a permanência da população local em suas regiões de origem, evitando a contínua redução da população no meio rural.

Esse acréscimo da importância econômica cafeeira para Minas Gerais fica mais evidente nos dados apresentados no gráfico da Figura 11. A classe de 0 a 1%, que representa municípios onde o café possui pouca significância econômica não se alterou. Houve uma redução de 18,42%, no número de municípios que tinham até 10% de sua área ocupada pela cafeicultura, o que representa 35 municípios. As classes 10 a 20%, 20 a 30% e 30 a 50% tiveram aumento de 12,07%, 111,76% e 133,33%, respectivamente. Em número de municípios, esse aumento representa 7, 19 e 8 municípios, para cada classe acima citada.

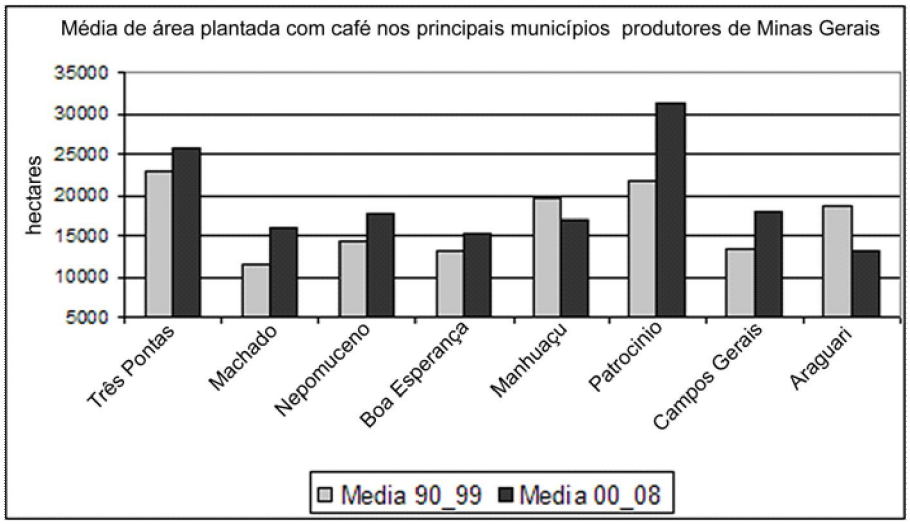


FIGURA 8 – Média de área plantada entre os anos de 1990 a 1999 e 2000 a 2008 dos principais municípios produtores de Minas Gerais.

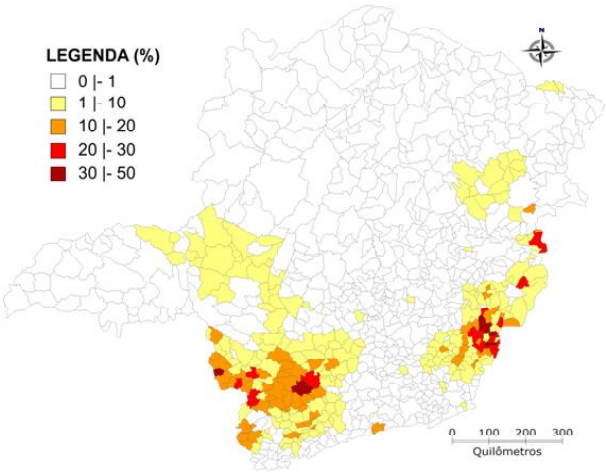


FIGURA 9 – Densidade média de área plantada, por município, entre 1990 e 1999.

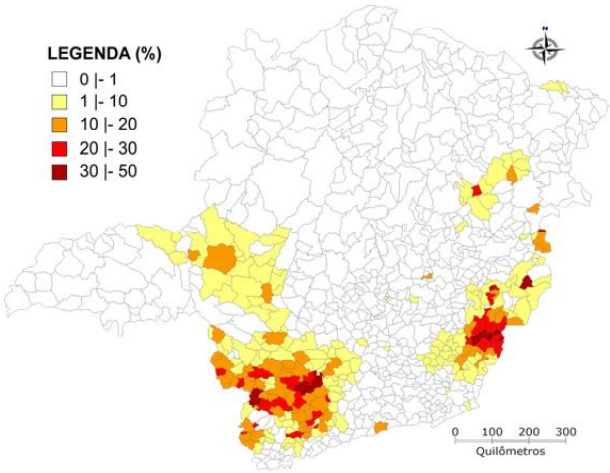


FIGURA 10 – Densidade média de área plantada, por município, entre 2000 e 2008.

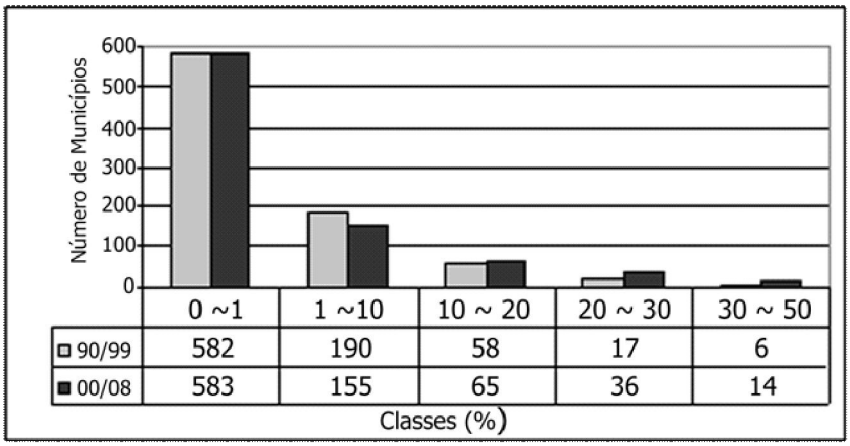


FIGURA 11 – Frequência de municípios por classe de densidade, nos períodos de 1990 a 1999 e 2000 a 2008.

No entanto, apesar do aumento da importância econômica da cafeicultura, verifica-se, pelos mapas das Figuras 9 e 10, que não houve migração da cultura para outras regiões, ou seja, regiões dependentes da produção de café na primeira década avaliada mantiveram a mesma relação de importância na segunda.

3.3. Produção

Os mapas da espacialização da produção do café em Minas Gerais, para as décadas de 1990 e 2000, são apresentados nas Figuras 12 e 13, respectivamente. Espacialmente os mapas não apresentam grandes diferenças, revelando a manutenção das regiões produtoras. Verifica-se que as mesmas permanecem no Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Oeste de Minas e Zona da Mata. Constata-se também que as principais mudanças se deram no Norte de Minas e na região Central Mineira.

Verifica-se também um aumento no aglomerado de municípios que produzem mais que 100 mil sacas, nas regiões da Zona da Mata e Sul/Sudoeste de Minas. Esse resultado é corroborado por Bacha (1998) que afirma que, desde 1993, os plantios vêm sendo conduzidos com nova tecnologia, especialmente em regiões acidentadas, onde

emprega-se os sistemas semiadensados, adensados ou superadensados (com 5.000, 7.500 ou 10.000 plantas de café por hectare), com o objetivo de aumentar a produtividade, principalmente em pequenas e médias propriedades. Andrade et al. (2002) reforçam que o adensamento é adequado para regiões em que a mecanização é de difícil acesso, uma vez que reduz a necessidade de mão de obra nos tratos culturais. Ainda segundo esses autores, a produtividade das lavouras adensadas chega a 40 sacas por hectare, média bem superior à média regional que é de15 sacas/hectare.

Na primeira década, Minas Gerais produziu 20.596.481,67 de sacas. Esse número subiu para 21.300.900 de sacas, na segunda década estudada. Observando o gráfico da Figura 14, verifica-se que a mesorregião que mais teve sua produção diminuída foi a Central Mineira (73%). A mesorregião Norte de Minas teve um aumento de mais de 400%, na produção cafeeira.

O gráfico da Figura 15 demonstra que, apesar do Estado estar produzindo mais, existe, atualmente, 43,24% menos municípios produzindo café do que na década de 1990. As classes de 0 a 10 mil sacas, e de 10 a 50 mil sacas tiveram redução de 6,24 e 12,68%, respectivamente. A classe que engloba municípios que produzem de 50 a 100 mil sacas cresceu 20,83%. E a classe dos municípios que produzem de 100 a 300 mil sacas, cresceu 20,41%. Quantitativamente, o aumento da produção não foi significativo. O teste T-Pareado, aplicado aos dados agrupados por mesorregião, com nível de significância de 0.05, foi de T_{obs} = 1.4086, indicando que a hipótese nula, de que as médias são iguais, deve ser aceita ($T_{0.05}$=1.7959 para grau de liberdade 11).

Na primeira década estudada, dos cinco principais municípios produtores de Minas Gerais, quatro pertenciam à região do Triângulo. Monte Carmelo ocupava o primeiro lugar, com 548.103,33 sacas, seguido por Três Pontas (514.775 sacas), Patrocínio (508.838,33 sacas), Araguari (477.018,33 sacas) e Carmo do Paranaíba (389.826,67 sacas). Na segunda década, Patrocínio aparece em primeiro lugar (649.374,07 sacas), seguido por Três Pontas (489.044,44 sacas), Campos Gerais (389.209,26 sacas), Monte Carmelo (385.555,56) e Araguari (379.988,89 sacas).

Sendo assim, basicamente, houve uma redução no número de municípios que produzem menos de 50 mil sacas e um aumento dos municípios que produzem mais de 50 mil sacas. Em seu estudo, Oliveira et al. (2008) indicaram que, no período entre os anos 2000 e 2006, houve uma redução significativa no preço do café arábica pago ao produtor no Brasil, principalmente, em relação ao período dos anos 1994 a 1999. Tal queda no preço interno reflete-se na queda do preço do café no mercado externo. Esse fato, segundo Andrade et al. (2002) induz produtores menos

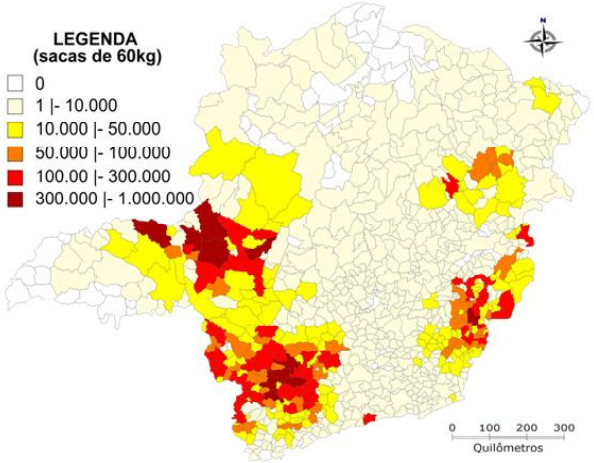


FIGURA 12 – Média de produção de café, por município, entre os anos 1990 e 1999.

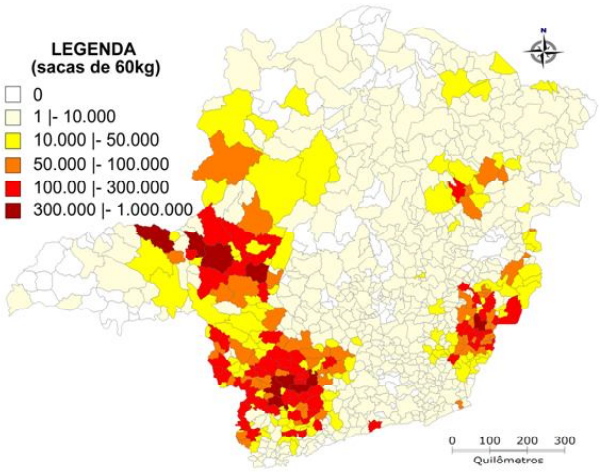


FIGURA 13 – Média de produção de café, por município, entre os anos 2000 e 2008.

eficientes a abandonar os cafezais ou eliminá-los. Por outro lado, induz produtores mais eficientes a se manter no mercado, e investir em novos processos tecnológicos, refletindo assim, em avanços significativos de produtividade e qualidade.

3.3.1. Comparativo das produções estimadas pelos órgãos governamentais oficiais

No Brasil, não há dados governamentais consistentes sobre área e produção do café. Um exemplo pode ser visto no gráfico da Figura 16, em que os dados de produção do IBGE (IBGE, 2009) entre os anos de 1990 e 2009 e os do Anuário Estatístico do Café (COFFEE BUSINESS, 2003; CORRÊA, 2009; REETZ, 2007), foram comparados. A fonte dos dados, entre 1990 e 1996, do anuário é o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) e, a partir de 1997, os dados são da Embrapa/CONAB. Pelo gráfico, percebe-se que os dados das duas instituições apresentam um mesmo comportamento, porém uma grande diferença de grandezas, entre 1990 e 2001. Em 1990, pelo IBGE, Minas Gerais produzia 17,35 milhões de sacas de café, enquanto pelo IBC, esse número era de 9,10 milhões. O ano de 1990 representa o ano safra 90/91, ou seja, de Julho de 1990 a Junho e 1991.

No gráfico, nota-se o caráter bianual da produção de café. Nessa cultura, as oscilações da

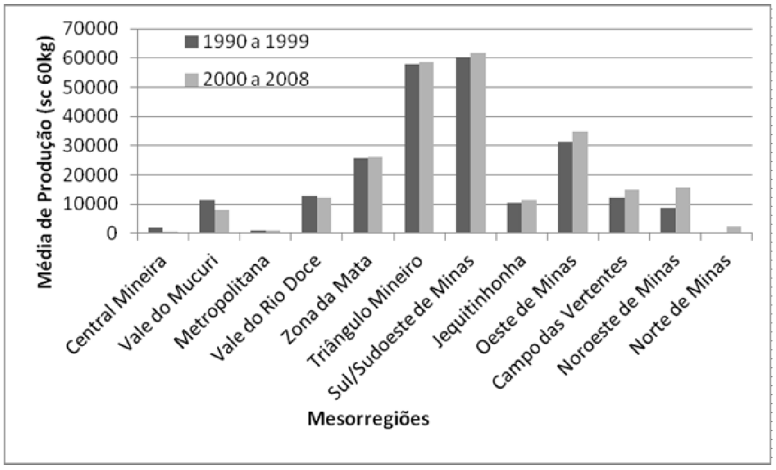
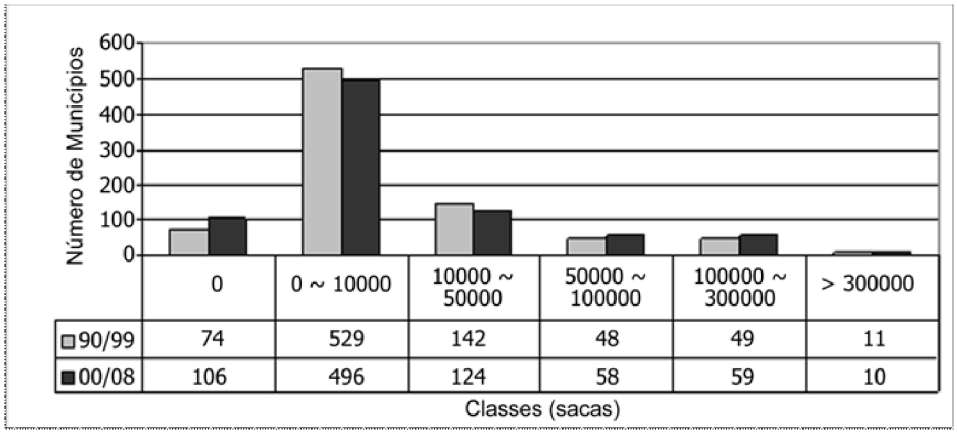


FIGURA 14 – Variação da produção de café nas mesorregiões mineiras, entre os períodos de anos de 1990 a 1999 e 2000 a 2008.



	0	0 ~ 10000	10000 ~ 50000	50000 ~ 100000	100000 ~ 300000	> 300000
90/99	74	529	142	48	49	11
00/08	106	496	124	58	59	10

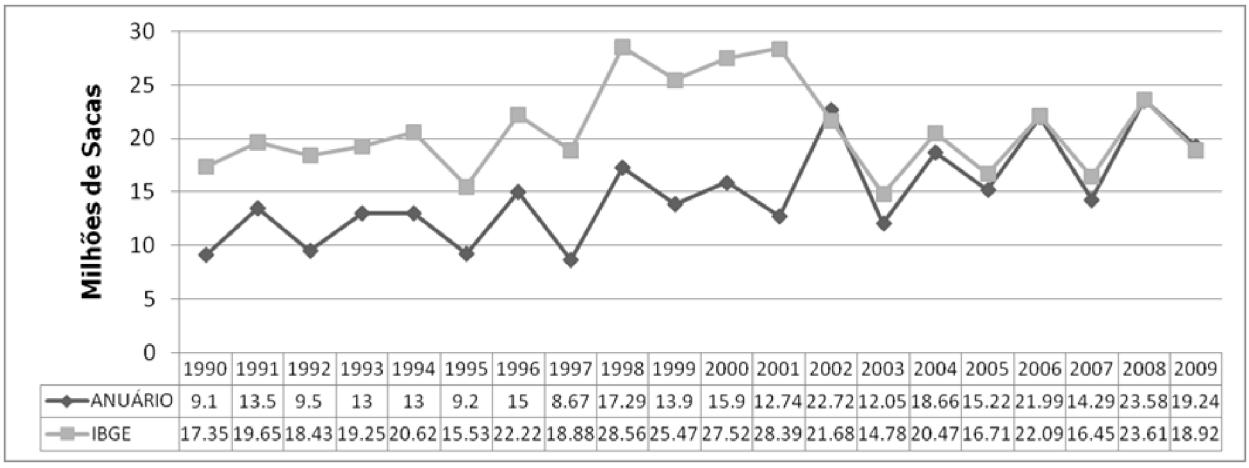
FIGURA 15 – Frequência de municípios, por classe de produção de café, em sacas de 60kg.

produção devem-se à características fisiológicas próprias da cultura e a fatores climáticos. O ciclo bianual de produção do cafeeiro resulta do fato de que o cafeeiro produz somente em ramos novos. Assim, em um ano com grande florada, há pequena formação de ramos novos, o que condiciona a que, no ano seguinte, a produção seja menor, pois não haverá muitos ramos novos. Assim, em condições climáticas estáveis (ausência de geada, seca ou excesso de chuvas), uma grande produção, em um ano, é seguida de uma produção menor, no ano seguinte (BACHA, 1998; CARVALHO et al., 2004).

No ano de 2001, nota-se a principal discrepância entre os dados. O IBGE aponta um ano de alta, com 28,39 milhões de sacas produzidas, enquanto a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2004) aponta para um ano de baixa, com apenas 12,74 milhões de sacas produzidas. Nacif (2009) explica e corrobora os dados do IBGE, afirmando que, em 2001, houve uma produção recorde no país. O autor afirma ainda que, no ano de 2002, a cafeicultura sofreu um elevado déficit hídrico (252 mm) que, somado aos efeitos depauperadores das lavouras, devidos à grande safra anterior, causou uma quebra da safra brasileira, em 2003, da ordem de 41,3%.

Já Rena (2000) corrobora os dados da CONAB (anuário), afirmando que a seca de 1999 atingiu as principais regiões cafeeiras de Minas Gerais e que, do ponto de vista fisiológico, as deficiências hídricas que se instalaram nessas regiões, próximas ou mesmo superiores a 300 mm, deixaram marcas indeléveis e irreversíveis nos cafeeiros, comprometendo profundamente a produção de 2000 e, seguramente, também a de 2001.

Pelos dados apresentados na Figura 16, a maior safra do Estado no período estudado, relatada pelo IBGE, ocorreu em 1998 (28,56 milhões de sacas). Já pelos dados do anuário, a maior safra deu-se em 2002, com 22,72 milhões de sacas produzidas. Por outro lado, em 2003, o IBGE apontou a pior safra do Estado, com 14,78 milhões de sacas colhidas, já os dados do anuário apontam 1997 como o ano de pior safra, com 8,67 milhões de safras colhidas. A partir de 2002, percebe-se uma aproximação das estimativas das duas instituições, tanto em termos de comportamento, quanto de grandeza.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ANUÁRIO	9.1	13.5	9.5	13	13	9.2	15	8.67	17.29	13.9	15.9	12.74	22.72	12.05	18.66	15.22	21.99	14.29	23.58	19.24
IBGE	17.35	19.65	18.43	19.25	20.62	15.53	22.22	18.88	28.56	25.47	27.52	28.39	21.68	14.78	20.47	16.71	22.09	16.45	23.61	18.92

FIGURA 16 – Comparativo dos valores de produção em Minas Gerais estimados pelo IBGE e pelo Anuário Estatístico do Café.

4 CONCLUSÕES

A espacialização dos dados censitários permite uma visão integrada das informações. No caso da cultura cafeeira em Minas Gerais, torna-se relevante esse tipo de estudo, pela importância da cafeicultura no Estado e a falta de informações precisas.

As geotecnologias têm muito a contribuir para a gestão sustentada do agronegócio do café brasileiro. A integração dos dados, num SIG, permite que os dados sejam vistos espacialmente, possibilitando a identificação das regiões do Estado mais importantes para a cafeicultura.

A análise espaçotemporal das variáveis área plantada, produção e densidade evidenciou que não houve grandes mudanças na localização das lavouras cafeeiras no estado de Minas Gerais, entre os anos de 1990 e 2008. Isso significa que as regiões cafeeiras do Estado mantiveram-se como tal, exceto algumas pequenas modificações.

A área plantada com café sofreu algumas modificações, crescendo principalmente no Sul/Sudoeste de Minas e diminuindo principalmente na região Central Mineira. No período de 1993 a 1999, houve um decréscimo do plantio. Em 2001, o Estado atinge um milhão de hectares ocupados com café, o que representa 1,81% da área do mesmo. No geral, a área plantada com café no Estado avançou 16,51% entre 1990 e 2009.

Os mapas de densidade apontam os municípios onde a cafeicultura tem papel essencial na economia e cultura da região. O Sul de Minas e a Zona da Mata são as regiões de maiores dependências, fato explicado pela topografia das regiões, sempre muito acidentada, o que dificulta o plantio de outras culturas.

A produtividade do Estado aumentou cerca de 3% e o Sul de Minas e Zona da Mata foram as mesorregiões que mais aumentaram sua produtividade, devido principalmente ao plantio adensado.

No período analisado, em geral, o IBGE superestima os dados de produção, enquanto a CONAB os subestima. A divulgação de informações tão discrepantes por parte de organizações governamentais traz prejuízos ao setor. Este trabalho não comparou as metodologias utilizadas pelas duas instituições e diferenças metodológicas podem estar relacionadas às discrepâncias observadas, contudo, nos últimos anos, os dados têm apresentado maior concordância, o que tem fortalecido o agronegócio café, no Estado.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D -Café) pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsas; e as sugestões dos pareceristas da Revista.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. D. et al. Transformando o desenvolvimento da agropecuária. In: GERAIS, B. D. D. D. M. (Ed.). **Minas Gerais do século XXI**. Belo Horizonte: Rona, 2002. cap. 4.

BACHA, C. J. C. A cafeicultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e suas perspectivas. **Preços Agrícolas: Mercado e Negócios Agropecuários**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 14-22, ago. 1998.

CARVALHO, L. G. D. et al. Modelo de regressão para a previsão de produtividade de cafeeiros no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, p. 2-3, dez. 2004.

COFFEE BUSINESS. **Anuário estatístico do café 2002/2003**. São Paulo, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra 2005/2006:** primeira previsão: safra 2004/2005: 4ª estimativa. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1_levantamento_safra_cafe_2005_06.doc>. Acesso em: 2 abr. 2009.

CORRÊA, S. **Café beneficiado:** comparativo de produção. São Paulo: Anuário Brasileiro do Café, 2009. 128 p.

FLORIANI, C. G. **Café:** a certificação é o caminho. Brasília: IMA, 2000. 20 p. (Agro Técnico, Caderno Técnico, 1).

GOMES, M. F. M.; ROSADO, P. L. Mudança na produtividade dos fatores de produção da cafeicultura nas principais regiões produtoras do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 353-378, out./dez. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados:** sistema de recuperação automática - SIDRA. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 1 abr. 2009.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE MINAS GERAIS. **Economia mineira**. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.indi.mg.gov.br/economico/index.html>. Acesso em: 1 abr. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Terra View**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>. Acesso em: 1 abr. 2009.

MEDEIROS, J. S. D. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais:** tecnologias de apoio à gestão do território. 1999. 220 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Economia cafeeira:** o agribusiness. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 59 p.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura. **Zoneamento agroclimático de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1980. Disponível em: <http://www.geominas.mg.gov.br/>. Acesso em: 1 abr. 2009.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no Sul de Minas Gerais**. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossitemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

NACIF, A. D. P. **Safra café 2007:** não estou entendendo, e você? Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id = 23484>. Acesso em: 3 abr. 2009.

NOGUEIRA, A. H.; CAIXETA, J. P.; LANA, T. P. **Perfil agropecuário das regiões Norte de Minas, Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce**. Disponível em: <http://www.indi.mg.gov.br/img/estudos/67Perfil Agropecuario regioes Norte Minas Jequitinhonha Mucuri Rio Doce.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2011.

OLIVEIRA, A. D. A. S. et al. Estrutura e dinâmica da cafeicultura em Minas Gerais. **Revista de Economia**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 119-142, 2008.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FAVERET FILHO, P. Café: (re)conquista dos mercados. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-56, set. 1999.

OTANI, M. N. et al. A importância do café na agricultura do município de Piraju, Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Vitória: Embrapa, 2001. 1 CD-ROM.

REETZ, E. R. **Café beneficiado**. São Paulo: Anuário Brasileiro do Café, 2007. 136 p.

RENA, A. B. Efeitos da seca sobre as duas próximas safras de café. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 89, p. 14, mar. 2000.

SILVA, J. M. D.; REIS, R. P. Custos de produção do café na região de Lavras, MG: estudo de casos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1287-1294, nov./dez. 2001.

SOUZA, M. C. D.; PEROBELLI, F. S. Análise da distribuição territorial da sojicultura no Brasil: 1991-2003. **Revista Econômica do Nordeste**, Salvador, v. 39, n. 1, p. 46-65, jan./mar. 2008.

NITIDULIDAE (COLEOPTERA) ASSOCIADOS A FRUTOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes[1], Daniela de Cassia Bená[2],
Rogéria Inês Rosa Lara[3], Sergio Ide[4], Nelson Wanderley Perioto[5]

(Recebido: 3 de julho de 2010; aceito 5 de janeiro de 2012)

RESUMO: Nesse estudo são relatados os nitidulídeos obtidos de frutos de café, provenientes de uma cultura estabelecida em Cravinhos, SP, Brasil. Entre março e junho de 2008 foram coletadas amostras de frutos de café diretamente das plantas e, em laboratório, foram separados aqueles em estádio de cereja, a partir dos quais foram obtidos 20 adultos de nitidulídeos, de três espécies: *Carpophilus nepos* Murray, 1864, *Colopterus niger* Murray, 1864 e *Nitops sordidus* Erichson, 1847. Este é o primeiro relato da associação entre esses insetos e frutos de café.

Termos para indexação: Agroecossistema, *Carpophilus nepos*, *Colopterus niger*, *Nitops sordidus*.

SAP BEETLES (COLEOPTERA: NITIDULIDAE) IN COFFEE FRUITS (*Coffea arabica* L.)

ABSTRACT*: This study reports sap beetles from fruits of a coffee crop in Cravinhos, SP, Brazil. Fruits were collected directly from plants and, in laboratory, from the fruits at the cherry state we obtained 20 adults of three species:* Carpophilus nepos *Murray, 1864,* Colopterus niger *Murray, 1864 and* Nitops sordidus *Erichson, 1847. This is the first report of association between these insects and coffee fruits.*

Index terms: *Agroecosystem,* Carpophilus nepos, Colopterus niger, Nitops sordidus.

1 INTRODUÇÃO

Nitidulidae (Coleoptera: Cucujoidea) abriga pequenos besouros que medem entre 1,5 e 5,0 mm de comprimento, geralmente encontrados em substratos orgânicos como frutos em decomposição, carcaças de animais, flores e fungos; algumas de suas espécies apresentam hábito predador (PENNY; ARIAS, 1982; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005). No Brasil, o pouco que se conhece a respeito dos insetos dessa família resultou de observações fortuitas (BLACKWELDER, 1945; COSTA-LIMA, 1953; SALLES; WILLIAMS, 1983; SILVA et al., 1968; WILLIAMS; SALLES, 1986). De acordo com Leschen e Marris (2010), Nitidulidae abriga cerca de 3.000 espécies distribuídas por 160 gêneros, dentre os quais, *Carpophilus* Stephens, 1830 é o mais amplamente distribuído e a maioria de suas espécies é associada a frutos maduros, apodrecidos ou secos; algumas espécies, por atacarem frutos sadios e atuarem como vetores de leveduras e bactérias patogênicas, são consideradas pragas de frutos industriais. Para a cultura do café são relatadas *Carpophilus* sp. (para a Malásia), *C. bifenestratus* Murray, 1864 (Indonésia), *C. dimidiatus* (Fabricius, 1792) (Malásia e Togo) e *Cybocephalus* sp. (Indonésia, Quênia e Venezuela), a última, de hábito predador (BIGGER, 2010). No Brasil inexistem relatos da associação entre nitidulídeos e a cultura do cafeeiro. Este estudo teve por objetivo, identificar os nitidulídeos emergidos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) (Rubiaceae) oriundos de área de cultivo comercial na região de Cravinhos, SP.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens de frutos foram realizadas em lavoura de *C. arabica*, cultivar Obatã, de sete anos

[1]Universidade Estadual Paulista/UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV - Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - 14884-900 - Jaboticabal - SP - daniellrodrigo@hotmail.com
[2]Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD - Faculdade de Ciências e Ambientais/FCBA - Rodovia Dourados-Itahum Km 12 - 79804-970 - Dourados - MS - danicoleoptera@gmail.com
[3]Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/APTA - Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Parasitoides e Predadores - Av. Bandeirantes, 2419 - Ribeirão Preto - SP - 14030-670 - rirlara@apta.sp.gov.br
[4]Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/APTA - Instituto Biológico - Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1252 - São Paulo - SP - 04014-040 - ide@biologico.sp.gov.br
[5]Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/APTA - Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Parasitoides e Predadores - Av. Bandeirantes, 2419 - Ribeirão Preto - SP - 14030-670- nperioto2@gmail.com

de idade, plantada no espaçamento 4 x 1m, na Fazenda Palmares (21º18’54"S, 47º47’39"O), em região de clima Cfa, segundo a classificação de Köppen, em Cravinhos, SP.

Entre março e junho de 2008 (início da maturação dos frutos e de sua colheita, respectivamente) foram realizadas seis coletas quinzenais de cerca de quatro quilos de frutos. No Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Parasitoides e Predadores da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA), em Ribeirão Preto, SP, os frutos em estádio cereja/passa foram separados dos verdes; os primeiros foram acondicionados em bandejas plásticas (41 cm de comprimento x 28 cm de largura x sete cm de altura) sobre uma camada de cerca de dois centímetros de altura de areia peneirada e esterilizada em estufa. As bandejas foram cobertas com tecido voal, fixado com elásticos. Quinze dias após a coleta dos frutos, a areia foi peneirada e dela foram separadas larvas e pupas de coleópteros, que foram quantificadas e acondicionadas em copos plásticos de cinco centímetros de diâmetro por quatro centímetros de altura, contendo areia esterilizada. Tais copos foram mantidos em gaiolas plásticas de nove centímetros de diâmetro por seis centímetros de altura, com tampas providas de orifícios circulares de quatro centímetros de diâmetro recobertos por tecido de voal, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Os insetos obtidos foram conservados em etanol 70% e, posteriormente, montados e identificados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das larvas e pupas de coleópteros emergiram 20 adultos de nitidulídeos, dentre os quais 10 exemplares de *Carpophilus nepos* Murray, 1864 (45,5% do total), seis de *Nitops sordidus* Erichson, 1847 (27,3%) e quatro de *Colopterus niger* Murray, 1864 (18,2%) (Figura 1). Tais espécies são pela primeira vez associadas a frutos de café.

No Brasil existem relatos da associação de *Carpophilus fumatus* Boheman, 1851, *Colopterus flaveolus* (Reitter, 1873), *Colopterus infimus* (Erichson, 1843), *Colopterus macropterus* (Fabricius, 1801) e *Colopterus vulneratus* (Erichson, 1843) com frutos de macieira *Malus* sp. (Rosaceae); de *Carpophilus fumatus* com frutos de ameixeira *(Prunus* sp.) e pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.) (Rosaceae); de *Carpophilus fumatus* e *Carpophilus humeralis* (Fabricius, 1758) com frutos de morangueiro *(Fragaria* sp.) (Rosaceae) e de *Carpophilus fumatus* e *Colopterus macropterus* com frutos de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) (Rosaceae) (WILLIAMS; SALLES, 1986).

Murray (1864) não fez menção aos hábitos alimentares das espécies de *Nitops* Murray, 1864. Kirejtshuk, Kurochkin e Monteiro (2007) relataram a presença de espécies desse gênero em flores de cactáceas no Rio de Janeiro.

No Brasil, Rossetto et al. (1986) relataram a ocorrência de *Carpophilus humeralis* em toletes de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) (Poaceae) infectados pela podridão-abacaxi, causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau, Ceratocystidaceae, no estado de São Paulo. A atuação desses insetos como vetores de doenças foi relatada por Chang e Jensen (1974), que observaram possível associação mutualística entre tais organismos. Em estudos realizados nos EUA, Hayslett, Juzwik e Moltzan (2008) verificaram que diversas espécies de *Colopterus* Erichson, 1842, dentre as quais *Colopterus niger,* encontrada neste estudo, podem atuar como vetores de *Ceratocystis fagacearum* (Bretz) J. Hunt (1956), causador da murcha do carvalho. Existem relatos de que outras espécies de *Ceratocystis* como *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst., 1890, *Ceratocystis colombiana* Wyk & Wingf, 2010 e *Ceratocystis papillata* Wyk & Wingf, 2010 causam danos em plantas cultivadas, entre elas o cafeeiro, na Colômbia (WYK et al., 2010). Gremaud e Tabacchi (1996) relataram que o fungo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted é o agente causador de um cancro em cafeeiros conhecido como “llaga macana”.

Não foi possível definir o modo de entrada desses nitidulídeos nos frutos de café, se diretamente ou a partir de orifícios feitos por outros insetos; para a área estudada foi relatada a infestação de frutos por larvas dos dípteros *Drosophila cardini* Sturtevant, 1942, *Drosophila immigrans* Sturtevant, 1942, *Drosophila nebulosa* Sturtevant, 1916, *Drosophila simulans* Sturtevant, 1919, *Drosophila willistoni* Sturtevant, 1940 e *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Drosophilidae) (FERNANDES; LARA; PERIOTO, 2009), *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) e *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Tephritidae) e *Neosilba pendula* (Bezzi, 1919) (Lonchaeidae) (FERNANDES, 2009).

Neste estudo, o consumo de frutos maduros de café por *Carpophilus nepos*, *Nitops sordidus* e *Colopterus niger* foi registrado pela primeira vez. É precipitado fazer qualquer afirmação acerca de possíveis danos provocados pelas espécies ora estudadas aos frutos do cafeeiro. Novos estudos são necessários para revelar aspectos de sua biologia e interações no agroecossistema cafeeiro.

FIGURA 1 – Adultos de Nitidulidae obtidos de frutos de *Coffea arabica*. *Carpophilus nepos*, **a.** *habitus* dorsal, **b.** *habitus* lateral; *Colopterus niger*, **c.** *habitus* dorsal, **d.** *habitus* lateral; *Nitops sordidus*, **e.** *habitus* dorsal, **f.** *habitus* lateral.

4 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira (HYMPAR/Sudeste - CNPq/FAPESP/CAPES); à FAPESP (proc. nº 07/05814-5) pelo auxílio recebido; ao CNPq, pela bolsa de mestrado ao primeiro autor e ao Sr. Edson Minohara, proprietário da Fazenda Palmares, onde foram realizadas as coletas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIGGER, M. **A geographical distribution list of insects and mites associated with coffee, derived from literature published before 2010**. Disponível em: <http://www.ipmnetwork.net/commodity/coffee_insects.pdf>. Acesso em: 3 maio 2010.

BLACKWELDERR, W. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. **Smithsonian Institution US Natural History Museum Bulletin**, Washington, v. 185, n. 3, p. 1-550, 1945.

CHANG, V. C. S.; JENSEN, L. Transmission of the pineapple disease organism of sugarcane by nitidulid beetles in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 67, p. 190-192, 1974.

COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil:** coleópteros, 2ª parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1953. 323 p.

FERNANDES, D. R. R. **Moscas frugívoras, lepidópteros desfolhadores e seus parasitóides (Hymenoptera) associados a cultivo de café, em Cravinhos, SP**. 2009. 89 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2009.

FERNANDES, D. R. R.; LARA, R. I. R.; PERIOTO, N. W. Drosofilídeos e seus himenópteros parasitoides em *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 110-113, abr./jun. 2009.

GREMAUD, G.; TABACCHI, R. Relationship between the fungus *Ceratocystis fimbriata coffea* and the canker disease of the coffee tree. **Phytochemistry**, Oxford, v. 42, n. 6, p. 1547-1549, 1996.

HAYSLETT, M.; JUZWIK, J.; MOLTZAN, B. Three *Colopterus* beetle species carry the oak wilf fungus to fresh wounds on red oak in Missouri. **Plant Disease**, Quebec, v. 92, n. 2, p. 270-275, 2008.

KIREJTSHUK, A. G.; KUROCHKIN, A. S.; MONTEIRO, R. F. Imagines and larvae of the new species of the genus *Nitops* Murray, 1864 (Coleoptera: Nitidulidae: Carpophilinae) from Brazil and notes on their bionomy. **Russian Entomological Journal**, Moscow, v. 16, n. 3, p. 301-315, 2007.

LESCHEN, R. A. B.; MARRIS, J. W. M. ***Carpophilus* (Coleoptera: Nitidulidae) of New Zealand with notes on Australian species**. Disponível em: <http://www.biosecurity.govt.nz/files/regs/exports/plants/carpophilus.pdf>. Acesso em: 3 maio 2010.

MURRAY, A. Monograph of the family Nitidulariae. **Transactions of the Linnean Society of London**, London, v. 24, p. 212-414, 1864.

PENNY, N. D.; ARIAS, J. R. **Insects of an Amazon forest**. New York: Columbia University, 1982. 269 p.

ROSSETTO, C. J. et al. Ocorrência do complexo *Carpophilus humeralis* (Fabricius) – *Ceratocystis paradox* (De Seynes) Moreau em cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 171-178, 1986.

SALLES, L. A. B.; WILLIAMS, R. N. **Broca do morango (*Lobiopa insularis*)**. Brasília: EMBRAPA, 1983. 10 p. (Documentos, 17).

SILVA, A. G. et al. **Quarto catálogo dos insectos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores:** parte II, tomo I, insectos, hospedeiros e inimigos naturais. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária, 1968. 622 p.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7th ed. Washington: Brooks Cole, 2005. 864 p.

WILLIAMS, R. N.; SALLES, L. A. B. Nitidulidae associated with fruit crops in Rio Grande do Sul, Brazil. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 69, n. 2, p. 298-302, 1986.

WYK, M. V. et al. New *Ceratocystis* species infecting coffee, cacao, citrus and native trees in Colombia. **Fungal Diversity**, Hong Kong, v. 40, p. 103-117, 2010.

DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL DA CAFEICULTURA NO ESTADO DE MINAS GERAIS – BRASIL

Tiago Bernardes[1], Maurício Alves Moreira[2], Marcos Adami[3], Bernardo Friedrich Theodor Rudorff[4]

(Recebido: 10 de agosto de 2010; aceito 20 de abril de 2012)

RESUMO: O estado de Minas Gerais é o maior produtor de café no Brasil, onde a cultura está distribuída sob diferentes condições de ambiente e cultivo. O conhecimento de variáveis ambientais favorece a implantação e definição do tipo de manejo adequado ao cultivo do café. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar em termos espaciais e quantitativos a ocupação da cafeicultura em Minas Gerais e propor um modelo de ocupação das áreas cafeeiras com relação às variáveis do meio físico: altimetria, declividade, orientação de vertentes e solos. Utilizaram-se dados de sensoriamento remoto para mapear o café e para derivar os dados de altimetria, declividade e orientação de vertentes. Os mapas gerados, juntamente com um mapa de solos, foram sobrepostos ao mapa de áreas cafeeiras, utilizando-se operadores estatísticos zonais para espacialização do café em relação a estes temas. As classes mais favoráveis ao cultivo do cafeeiro foram consideradas para definição de um ambiente mais apto à cultura. Os resultados demonstram que o parque cafeeiro está distribuído em altitudes variando entre 500 e 1.200 m. São encontradas lavouras em praticamente todas as faixas de declividade, porém há um predomínio de lavouras em declividades entre 5 e 15%.A orientação de vertentes não parece influenciar na distribuição espacial das lavouras de café uma vez que a proporção de lavouras é parecida em todas as classes de orientação. No entanto, a proporção de lavouras em faces orientadas a oeste é ligeiramente inferior. Com relação ao tipo de solo foi observado que 80% dos cafezais encontra-se em Latossolos e Argissolos. Cerca de 70% do parque cafeeiro distribui-se adequadamente quando todas as variáveis são analisadas simultaneamente, ou seja, sob condições favoráveis de altimetria, declividade, orientação de vertentes e solo.

Termos para indexação: Sensoriamento remoto, cafeicultura, relevo, classes de solos.

PHYSIC-ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF COFFEE CROP IN THE STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT: *The State of Minas Gerais is the major coffee producer in Brazil. The crop is spread over different environments as well as different management systems. Knowledge about environmental variables helps to establish and define appropriate management practices for the coffee crop. The objective of this study was to access spatially and quantitatively the occupation of coffee crop in Minas Gerais and to elaborate a land use model for coffee crop in the state taking into account variables such as soil type, altitude, slope and aspect. We have used remote sensing data to map coffee areas and to derive relief data (altitude, slope and aspect). The relief data and a digital soil map were overlapped with the coffee area map in order to access the prevailing relationships. We have also considered the most favorable classes of each theme to determine the most suitable environment for coffee crop. Results show that the crop is distributed within altitudes varying from 500 to 1.200 m. There are coffee fields in all classes of slope but slopes up to 15% predominate. The aspect does not seem to influence the occurrence of coffee since the proportions of coffee fields are about the same in all classes. However, we have found a slightly smaller proportion of coffee placed in west-facing slopes. In relation to soil types, Latossolos and Argissolos are the most occupied with coffee, that is, up to 80% of coffee fields are placed in those soils. About 70% of coffee fields are spread in appropriate environments over the best classes of soil, altitude, slope and aspect.*

Index terms: *Remote sensing, coffee crops, relief, soil classes.*

1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais é responsável por 50% da produção total de café do Brasil seguido do estado do Espírito Santo que participa com 26% da produção. As duas espécies cultivadas no país são a Arábica *(Coffea arabica* L.*)* e a Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). A espécie Arábica corresponde a 73% da produção brasileira e apresenta um grande número de cultivares enquanto que a

[1]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE - Avenida dos Astronautas - 1758 - Jd. Granja - 12.227-010 - São José dos Campos - SP - bernati2004@gmail.com
[2]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE - Avenida dos Astronautas - 1758 - Jd. Granja - 12.227-010 - São José dos Campos - SP - mauricio@dsr.inpe.br
[3]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE - Avenida dos Astronautas - 1758 - Jd. Granja - 12.227-010 - São José dos Campos - SP - adami@dsr.inpe.br
[4]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE - Avenida dos Astronautas - 1758 - Jd. Granja - 12.227-010 - São José dos Campos - SP - bernardo@dsr.inpe.br

espécie Robusta corresponde aos 27% restantes, sendo a cultivar Conillon a mais cultivada (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010).

A boa produção de café depende, em grande parte, de tratos culturais adequados e de fatores fisiológicos e ambientais favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Dentre os fatores ambientais, o clima exerce um papel primordial, uma vez que a temperatura e a disponibilidade hídrica, particularmente durante certos estádios fenológicos, interferem diretamente na produtividade da cultura (ASSAD et al., 2004; PICINI et al., 1999). Evangelista, Carvalho e Sediyama (2002) utilizaram geotecnologias para fazer o zoneamento climático no estado de Minas Gerais associado ao potencial produtivo da cultura do café. O mesmo foi realizado com maior detalhamento por Nunes et al. (2007) para a mesorregião do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais. Os aspectos do meio físico auxiliam na definição de territórios distintos, o que pode ser de grande utilidade para: *i)* definição de práticas de manejo adequadas; *ii)* planejamento de atividades de extensão, particularmente no que diz respeito à atuação junto aos pequenos e médios produtores; *iii)* adoção de práticas conservacionistas apropriadas; *iv)* monitoramento de danos do meio ambiente; e *v)* atividades de planejamento e tomada de decisão dos agentes do poder público.

Variáveis do relevo influenciam na ocorrência de microclimas específicos em função da incidência de radiação e de ventos, bem como do acúmulo de massas de ar frio. A orientação de vertentes desempenha papel importante sobre a evapotranspiração e o decorrente balanço hídrico (VALERIANO, 2003). Em estudos realizados no hemisfério norte, Diodato, Ceccarelle e Bellocchi (2010) encontraram valores de evapotranspiração significativamente menores em vertentes orientadas a norte em relação às vertentes sul. Entretanto, no hemisfério sul o fenômeno ocorre de maneira inversa (menor evapotranspiração nas vertentes orientadas ao sul), e com mais intensidade nas maiores latitudes, ou seja, quanto mais distante do equador maior a diferença de evapotranspiração entre as vertentes norte e sul. Alzugaray e Alzugaray (1984) recomendam o plantio de café em áreas com vertentes orientadas para o norte, noroeste ou nordeste, pois recebem maior quantidade de energia solar em relação àquelas implantadas em outras faces do terreno que recebem menores quantidades de energia, ficando mais sujeitas à ocorrência de ventos frios e de geadas. A declividade é outra variável do relevo que atua na distribuição de processos hidrológicos e erosivos do solo (VALERIANO; GARCIA, 2000), além de condicionar a possibilidade de mecanização agrícola (ZAMBOLIM, 2001). A altitude é importante na definição dos processos de alteração das temperaturas do ar (CARGNELUTTI FILHO et al., 2006) e afeta na qualidade da bebida do café. Barbosa et al. (2011) observaram que cafés com melhor qualidade de bebida ocorrem preferencialmente em altitudes mais elevadas. Condições adequadas de altitude e exposição de vertentes também foram relatadas por Avelino et al. (2005) como condicionantes da qualidade sensorial da bebida do café. Para o estado de Minas Gerais, Sediyama et al. (2001) não recomendam o plantio de café Arabica em altitude inferior a 500 m ou superior a 1.200 m devido às condições de temperaturas desfavoráveis.

As características físico-químicas dos solos interferem no desenvolvimento da cultura do café e nas práticas de manejo como adubações, irrigação e conservação do solo. Wadt (2005) relatou relações entre classes de solos e o estado nutricional de cafeeiros.

Uma análise das relações da cultura com o meio físico pode ser feita por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), alimentado por dados obtidos de imagens de satélites, como por exemplo, o mapeamento sistemático da cultura do café de grandes extensões territoriais (ADAMI et al., 2009; MOREIRA et al., 2007, 2010) e dados da missão americana SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) para derivar variáveis do meio físico, como altimetria, declividade e orientação de vertentes. As informações contidas nesses mapeamentos podem ser agregadas a outras informações como variáveis derivadas do relevo e tipo de solo para serem analisadas no SIG.

A caracterização de fatores que definem um ambiente favorável ao cultivo do cafeeiro, associada a uma distribuição espacial das lavouras obtida por meio de imagens de satélite, para todo estado de Minas Gerais, ainda está por ser feita. Essa caracterização pode favorecer ações de planejamento bem como servir de material básico para futuras pesquisas. Objetivou-se, no presente trabalho, elaborar uma

modelagem ambiental do parque cafeeiro de Minas Gerais em relação às variáveis morfométricas (altimetria, declividade e orientação de vertentes) e aos tipos de solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende todo o estado de Minas Gerais, localizado na região sudeste do Brasil, entre os paralelos de 14º 14' e 22º 54' de latitude sul e os meridianos de 39º 51' e 51º 02' de longitude a oeste de Greenwich.

O mapa de áreas cafeeiras correspondente ao ano de 2007 foi obtido a partir de imagens do sensor TM do satélite Landsat 5 por Moreira et al. (2010). O modelo digital de elevação (MDE) gerado pelo SRTM em fevereiro de 2000, conforme relatado em Rabus, Eineder e Bamler (2003), foi utilizado para obter os dados de relevo. No presente trabalho, empregou-se a terceira versão dos dados (CONSULTATIVE GROUP FOR INTERNATIONAL AGRICULTURE RESEARCH-CONSORTIUM FOR SPATIAL INFORMATION - CGIAR-CSI, 2007) na qual foram corrigidas imperfeições nos dados de altimetria causadas por valores anormalmente altos e baixos (RABUS; EINEDER; BAMLER, 2003).

Utilizou-se, ainda, uma base de solos do estado de Minas Gerais, em escala nominal 1:1.000.000 (AMARAL et al., 2004). A base em questão constitui uma compilação de todos os levantamentos de solos disponíveis para o Estado, o que resultou num grande número de classes, nomeadas pela antiga classificação de solos. Essas classes foram então agrupadas e renomeadas conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2005).

As análises foram realizadas por mesorregião, conforme os limites vetoriais disponibilizados pelo PRODENGE (1998). Porém, as mesorregiões com pouca expressividade em termos de cultivo de café foram agrupadas num único grupo denominado de Grupo 1, composto por: Central Mineira, Metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste, Norte de Minas e Vale do Mucuri. Esse grupo responde por cerca de 3% da área de café do Estado (MOREIRA et al., 2007). Os materiais utilizados são listados na Tabela 1.

Na Figura 1, ilustra-se o fluxo de processamento dos dados para obter as áreas favoráveis para a cafeicultura no Estado com relação às variáveis consideradas.

A base inicial de dados SRTM com os valores de altitude foi convertida em dados de declividade e orientação de vertentes. As outras bases externas utilizadas foram o mapa de solos e o mapa de áreas cafeeiras. Foram obtidas então as estatísticas zonais sobre os temas altitude, exposição de vertentes, declividades e solos dentro de cada polígono de café. O parâmetro estatístico utilizado foi a moda, que indica o valor ou classe mais freqüente dentro de cada polígono de café.

Para cada polígono de café mapeado foi atribuído o valor mais frequente de altitude (valor modal) dentro do polígono a partir da grade altimétrica SRTM. Foram estabelecidas as seguintes classes altimétricas para agrupamento dos polígonos: a) < 500 m; b) 500 a 700 m; c) 700 a 800 m; d) 800 a 900 m; e) 900 a 1000 m; f) 1000 m a 1200 m e; g) > 1200 m. A estratificação dessas classes foi definida a partir dos limites superior e inferior sugeridos por Sediyama et al. (2001).

TABELA 1 – Materiais utilizados e fonte dos dados.

DESCRIÇÃO	ESCALA/RESOLUÇÃO	FONTE
Limite - Macrorregiões	1:1.500.000	PRODEMGE* (1998)
Mapa da área de Café	1:100.000	Moreira et al. (2010)
SRTM - Altimetria	Resolução 90 m	CGIAR-CSI (2007)
Aplicativo SPRING	-	Camara et al. (1996)
Mapa de solos	1:1.000.000	Amaral et al. (2004)

*Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais

A declividade, definida como a taxa de variação do valor da elevação em uma dada direção, foi obtida a partir da mesma grade altimétrica SRTM, conforme a Equação 1, expressa em graus. Em um Sistema de Informação Geográfica o cálculo é realizado por filtragem (janela de 3 x 3 pixels), explorando-se a função de derivação na vizinhança de cada célula da grade. A maior variação desta derivação, em relação ao pixel central da máscara, é definida como o valor de declividade no pixel que corresponde ao centro da máscara. Os valores mais frequentes de declividade (valor modal), para cada polígono de café, foram calculados a partir da grade de declividade. Após a definição da declividade predominante a cada polígono esses foram agrupados nas seguintes classes: a) 0 a 5%; b) 5 a 10%; c) 10 a 15%; d) 15 a 20%; e) 20 a 30%; f) 30 a 45% e; g) acima de 45%.

$$D = \arctan\sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} \quad (1)$$

em que D refere-se à declividade, *z* à altimetria, *x* à latitude e *y* à longitude.

A orientação de vertentes é a direção na qual foi obtida a maior declividade no pixel central da janela de 3 x 3 pixels, utilizando-se a Equação 2. Os valores modais de vertentes, de cada lavoura de café, foram calculados a partir da grade de vertentes que, por sua vez foi estratificada nos seguintes intervalos de exposição: a) 0º a 22,5º e de 337,5º a 360º (norte); b) 22,5º a 67,5º (nordeste); c) 67,5º a 112,5º (leste); d) 112,5º a 157,5º (sudeste); e) 157,5º a 202, 5º (sul); f) 202,5º a 247,5º (sudoeste); g) 247,5º a 292,5º (oeste); h) 292,5º a 337,5º (noroeste)

$$\tan O = \left(\frac{-\partial z}{\partial x} / \frac{\partial z}{\partial y}\right), \left(-\pi < O < \pi\right) \quad (2)$$

em que *O* refere-se à orientação de vertentes, *z* à altimetria, *x* à latitude e *y* à longitude.

No caso do mapa de solos também foi associada a cada polígono de café a classe que ocupava a maior parte do mesmo.

Todas as variáveis consideradas neste trabalho foram integradas num SIG visando quantificar a situação do parque cafeeiro , com relação a cada variável isoladamente e ao ambiente físico mais favorável. Esse ambiente foi definido pela interseção das classes mais adequadas ao desenvolvimento do cafeeiro Arabica e aplicação de manejo mecanizado. Na Tabela 2, apresentam-se as classes mais adequadas de cada variável utilizada na definição do ambiente favorável para o cultivo do café e as bases dos critérios para escolha dessas classes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Classes de altitude, declividade e orientação de vertentes

Na Figura 2, apresenta a proporção de distribuição das classes de altitude (a), declividade (b) e orientação de vertentes (c) em relação a todo estado de Minas Gerais.

Minas Gerais possui altitudes que variam entre 40 e 2.785 m, sendo que mais de 80% da área do Estado tem altitudes entre 500 e 1.200 m. Altitudes <500 m correspondem a cerca de 15% da área do Estado (Figura 2a), as quais são concentradas nas mesorregiões do Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata. Altitudes >1.200 m correspondem a apenas 3% e se localizam na Mesorregião Sul de Minas.

As declividades de 0 a 15% predominam no Estado, com aproximadamente 70% em área (Figura 2b). As maiores declividades ocorrem na Mesorregião Sul/Sudoeste e em todas as Mesorregiões situadas no setor leste do Estado.

As faces de orientação de vertentes ocorrem em proporções similares em todo o Estado, conforme visualizado na Figura 2c. Nesse caso é importante ressaltar que o algoritmo de geração dos ângulos de orientação das vertentes sempre deriva algum ângulo, mesmo em áreas quase planas. Apenas áreas correspondentes a grandes represas e reservatórios de água resultam em áreas planas e correspondem a menos de 1% da área do Estado (Figura 2c).

3.2. Distribuição das lavouras de café com relação à altimetria

Pela Tabela 3, apresentam-se os resultados da área de café (MOREIRA et al., 2010), por intervalo de classe de altimetria para as mesorregiões e todo Estado.

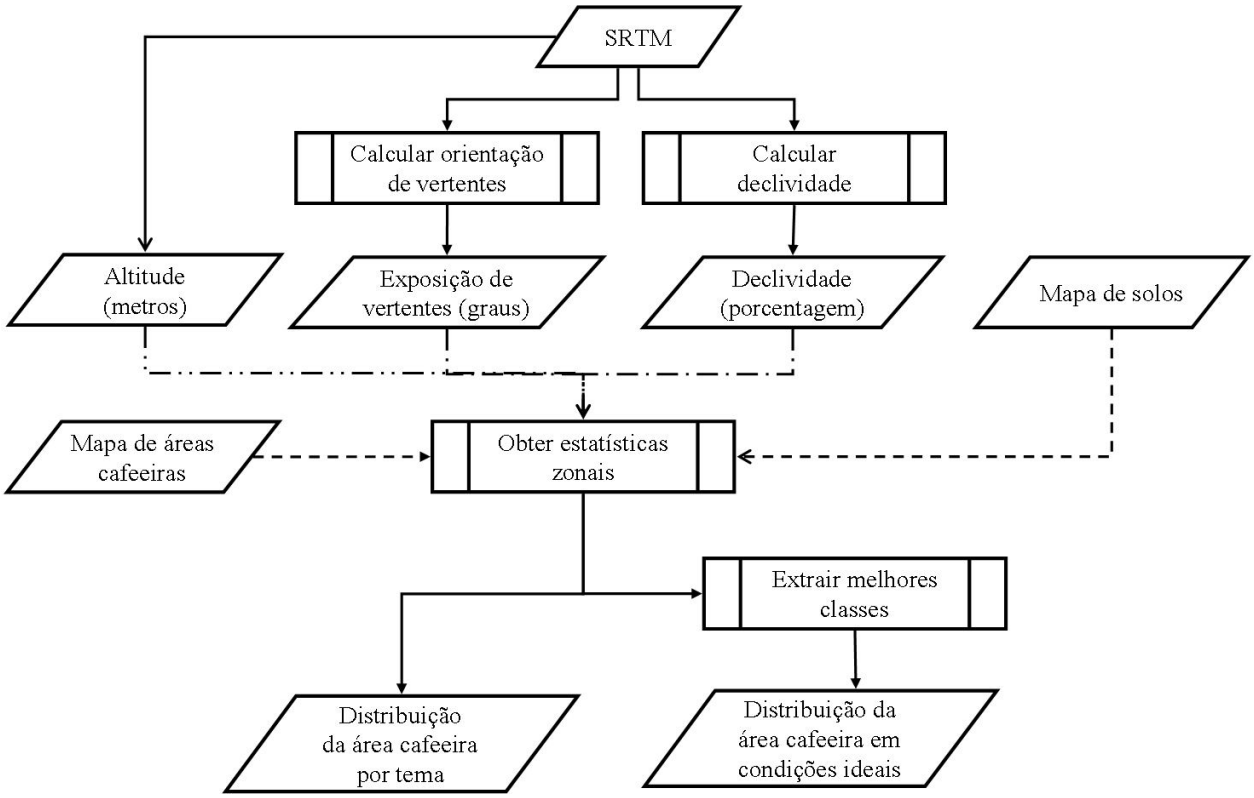


FIGURA 1 – Fluxograma indicando a modelagem dos dados e as etapas do processamento

TABELA 2 – Melhores classes para o cultivo do café Arabica e bases dos critérios utilizados na escolha das classes

	ALTITUDE	SOLO	DECLIVE	VERTENTE
Melhor classe	500-1.200 m	Latossolos/Argissolos	< 20%	N, NE, E, SW, W, NW;
Base do Critério	Sediyama et al. (2001)	Propriedades físicas e químicas	Viabilidade de mecanização	Alzugaray e Alzugaray (1984)

Nesta Tabela 3, observa-se que 96% da área cultivada com café em Minas Gerais está dentro da faixa de altitude entre 500 a 1.200 m de altitude estabelecida como adequada ao cultivo do café por Sediyama et al. (2001). Alves et al. (2007) relatam o predomínio de lavouras entre 700 e 1.260 m de altitude em municípios do Sul de Minas e Alto Paranaíba. Observa-se ainda que 2,35% são cultivados em altitudes menores que 500 m. A mesorregião do Vale do Rio Doce é responsável por cerca de 55% das lavouras implantadas em altitudes menores do que 500 m , o que reflete a ocorrência do café Robusta (*C. canephora*), conforme relatado em relatório da CONAB (CONAB, 2010), uma vez que esta espécie é adaptada a altitudes menores. Os estudos de Evangelista, Carvalho e Sediyama (2002) e Nunes et al. (2007) relatam a inaptidão da mesorregião do Vale do Rio Doce para o cultivo do café Arábica, cujas temperaturas médias anuais ótimas estão entre 18 e 21° C. Segundo os autores,o principal fator responsável pela inaptidão é a alta temperatura relacionada às baixas altitudes na região. As lavouras de café alocadas em altitudes sabidamente inadequadas ao cultivo da espécie Arábica referem-se a cultivos da espécie Robusta , que é mais adaptada a altas temperaturas.

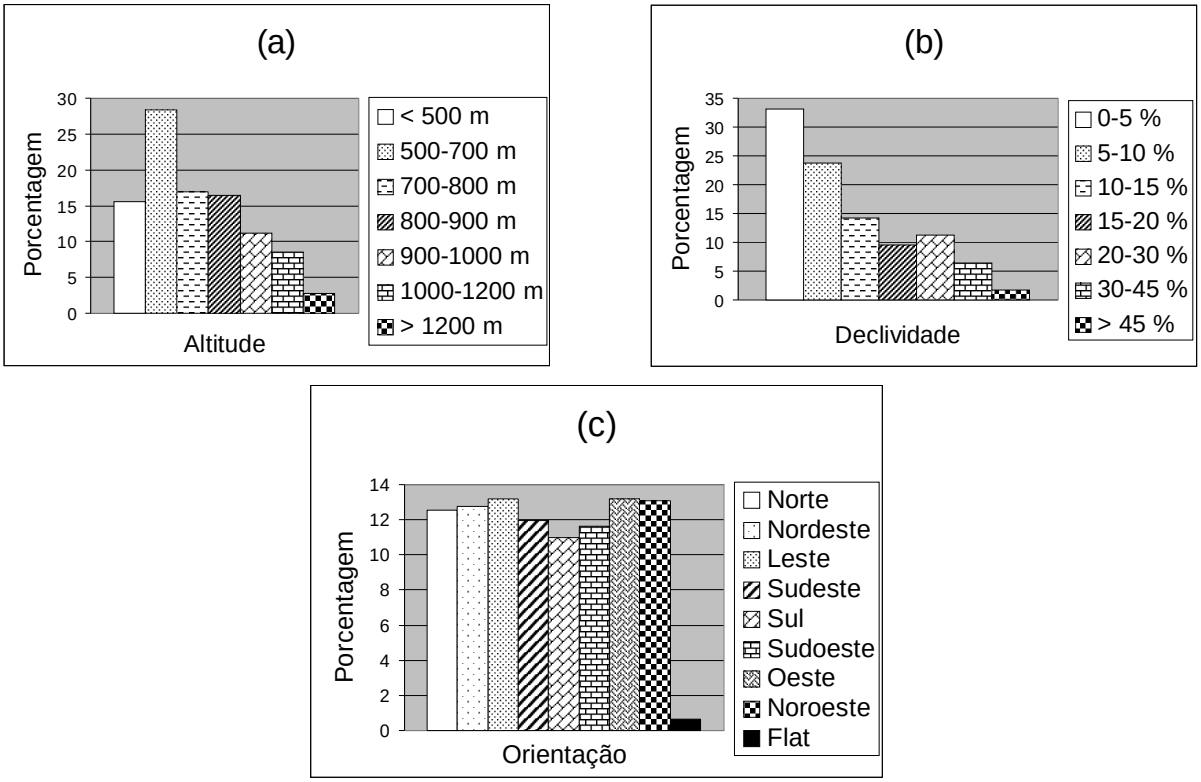


FIGURA 2 – Proporção de distribuição das classes de altitude (a), declividade (b) e orientação de vertente em Minas Gerais.

3.3. Distribuição das lavouras de café com relação à declividade

Na Tabela 4, apresentam-se os resultados da área de café (ha e %) por intervalo de classe de declividade para as mesorregiões e todo Estado. São encontradas lavouras em todas as classes, refletindo a aptidão para cultivos passíveis de manejo mecanizado e manual. Contudo, cerca de 75% do parque cafeeiro encontra-se em áreas com declividade até 20%, o que demonstra um predomínio de lavouras mecanizáveis.

Analisando com mais detalhe a Tabela 4, observa-se que as regiões do Grupo-1 têm cerca de 20% das lavouras implantadas em declividade superior a 20%. A Mesorregião do Campo das Vertentes apresenta 95% das lavouras de café entre 5 e 20% de declividade e apenas 3% da área cultivada com café em declividades superiores a 20%. No Vale do Jequitinhonha mais da metade da área mapeada com café (65%) encontra-se em declividades menores que 20%. O restante está distribuído principalmente em declividades entre 20 e 30%, impossibilitando a mecanização do manejo. No oeste de Minas, 98% das lavouras de café estão implantadas em terrenos com declividade menor de 20%. No sul/sudoeste de Minas, o percentual das lavouras de café implantadas em declividade menor que 20% é próximo de 85%. Essa região responde por quase metade da área plantada de café no Estado (cerca de 430 mil hectares) e também tem a maior área plantada de café passível de mecanização, ou seja, mais de 350 mil hectares. No Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba 98% das lavouras estão localizadas em declividades abaixo de 15%, sendo ainda mais da metade dessa área correspondente ao relevo plano (menos que 5% de declividade). Tal fato ressalta a aptidão dessa região para uma cafeicultura empresarial amplamente manejada com auxílio de mecanização. No Vale do Rio Doce e na Zona da Mata a cafeicultura está distribuída predominantemente em declividades acima de 20%, com 66,52% e 70,96% dos plantios nessa faixa de declividade, respectivamente.

3.4. Distribuição das lavouras de café com relação à orientação de vertentes

Com relação à orientação de vertentes, observa-se, conforme apresentado na Tabela 5, uma predominância das lavouras nas vertentes orientadas a nordeste e leste em todas as regiões estudadas. A vertente oeste apresenta a menor proporção de lavouras, com exceção da região do Campo das Vertentes.

Levando-se em conta as recomendações de Alzugaray e Alzugaray (1984) parece existir uma preferência dos produtores pelas faces orientadas ao norte em relação ao sul em quase todas as regiões, à exceção da região do Vale do Rio Doce. No entanto, conforme ilustrado na Figura 4, as proporções de lavouras em vertentes total ou parcialmente orientadas a oeste (SW,W e NW), expostas à radiação solar no período da tarde, foram menores do que nas vertentes total ou parcialmente orientadas a leste (SE, E, NE), em quase todas as mesorregiões.

Isso sugere um aparente receio dos produtores com relação à exposição excessiva à radiação no período da tarde. Avelino et al. (2005) observaram que lavouras implantadas em vertentes orientadas para as faces leste produziam cafés com melhor qualidade de bebida na Costa Rica. No entanto, não se pode depreender, apenas com base nos resultados aqui obtidos, que esse seja o motivo da prevalecência de lavouras no Brasil em vertentes orientadas para essa face. Valeriano (2003) cita a possibilidade de variações na evapotranspiração e balanço hídrico nas diferentes faces de orientação de vertentes, em função da maior exposição à radiação.

Há de se ressaltar que a exposição de vertentes isoladamente pode não causar efeitos significativos no desenvolvimento da cultura do café, devendo-se levar em consideração ainda o efeito conjunto da declividade, da altitude local e do tipo de vegetação a jusante. Ainda assim a tendência observada, ou seja, menor ocorrência de lavouras cafeeiras expostas a oeste, merece uma avaliação mais detalhada no sentido de se verificar a evidência empírica de que essas vertentes possam ser menos adequadas ao cultivo de cafeeiros.

3.5. Distribuição das lavouras de café com relação ao tipo de solo

Na Tabela 6 estão contidos os resultados da intersecção entre o mapa de solos, com as classes já renomeadas em conformidade com o novo sistema de classificação, e o mapeamento de café. Observa-se que, em quase todas as mesorregiões, cerca de 70% das lavouras de café encontra-se sobre os Latossolos. Além dos Latossolos, apenas os Argissolos e Cambissolos estão ocupados com alguma proporção de café em todas as mesorregiões estudadas. De maneira geral, cerca de 20% das lavouras ocorrem sobre Argissolos e 10% sobre Cambissolos. Entre as três classes predominantes os Cambissolos constituem os menos adequados à cultura cafeeira notadamente em função de características físicas como pouca profundidade e susceptibilidade à erosão. As mesorregiões Campo das Vertentes, Oeste de Minas e Triângulo Mineiro são as que apresentam as maiores proporções de lavouras sobre estes tipos de solos. A ocorrência de lavouras em solos inviáveis como Gleissolos, Neossolos, Plintossolos e Afloramentos Rochosos (AR), decorre das generalizações explicitadas no mapa de solos como variação de escalas e/ou escalas muito pequenas, ou seja, em escalas muito pequenas manchas de solos menores podem ser superestimadas, assim como a área de café nesses tipos de solos.

Finalmente, observa-se que 86% das lavouras de café estão distribuídas nos Latossolos e Argissolos os quais apresentam características físicas e químicas favoráveis ao cultivo do café. À exceção de uma ocorrência média de 10% de lavouras em Cambissolos, os quais não chegam a inviabilizar totalmente o cultivo, a proporção de lavouras sob os demais tipos de solos é insignificante.

3.6. Principais fatores ambientais relacionados à distribuição das lavouras

Considerando-se a distribuição dos cafezais com relação às variáveis observadas (altitude, orientação de vertentes, declividade e classes de solos), a altitude é a que mais limita a implantação dos cafezais. Conforme observado na Tabela 3, menos de 3% das lavouras ocorrem em altitudes inadequadas, ou seja, inferiores a 500 m e apenas 1% ocorre em altitudes superiores a 1.200 m. Na Figura 5, ilustram-se graficamente os resultados, em que as altitudes menores que 500 m e maiores que 1.200 m definem territórios praticamente isentos de lavouras cafeeiras. Dentro da faixa de altitude adequada ao desenvolvimento dos cafeeiros, a variável solo assume papel importante na limitação dos plantios. Conforme mostrado na Tabela 6, quase 90% das lavouras ocorrem sob Latossolos e Argissolos.

TABELA 3 – Área mapeada com café (ha e %) por faixa de altitude, nas diversas mesorregiões e para todo Estado de Minas Gerais.

	G1	CV	VJ	OM	SM	TR	VRD	ZM	MG
<500	1.452 (5,18%)	0	1.292 (5,69%)	0	0	0	11.995 (21,75%)	4.776 (3,18%)	21.642 (2,35%)
500-700	8.437 (30,09%)	0	4.221 (18,59%)	240 (0,37%)	1.577 (0,37%)	525 (0,35%)	17.449 (31,64%)	27.993 (18,64%)	66.859 (7,26%)
700-800	5.223 (18,63%)	273 (1,15%)	4.396 (19,36%)	7.869 (12,13%)	19.262 (4,52%)	2.297 (1,53%)	9.767 (17,71%)	40.848 (27,20%)	126.627 (13,75%)
800-900	6.538 (23,32%)	6.866 (28,97%)	6.426 (28,30%)	26.073 (40,19%)	124.648 (29,25%)	25.702 (17,12%)	8.653 (15,69%)	36.748 (24,47%)	296.445 (32,19%)
900-1000	4.542 (16,20%)	13.015 (54,91%)	5.005 (22,04%)	17.600 (27,13%)	142.674 (33,48%)	54.796 (36,50%)	5.703 (10,34%)	20.980 (13,97%)	234.467 (25,46%)
1000-1200	1.814 (6,47%)	3.532 (14,90%)	1.369 (6,03%)	12.877 (19,85%)	117.957 (27,68%)	64.795 (43,16%)	1.550 (2,81%)	14.627 (9,74%)	161.714 (17,56%)
> 1.200	31 (0,11%)	17 (0,07%)	0	214 (0,33%)	20.071 (4,71%)	2.012 (1,34%)	28 (0,05%)	4.205 (2,80%)	13.077 (1,42%)
TOTAL	28.038 (3,0%)	23.702 (2,6%)	22.708 (2,5%)	64.874 (7,0%)	426.146 (46,3%)	150.127 (16,3%)	55.150 (6,0%)	150.177 (16,3%)	920.922 (100%)

G1=Grupo1; CV=Campo das Vertentes; VJ=Vale do Jequitinhonha; OM=Oeste de Minas; SM=Sul de Minas; TR=Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba; VRD=Vale do Rio Doce; ZM=Zona da Mata; MG=Minas Gerais

TABELA 4 – Área mapeada com café (ha e %) por faixa de declividade nas diversas mesorregiões e para todo Estado de Minas Gerais.

	G1	CV	VJ	OM	SM	TR	VRD	ZM	MG
0-5	13.183 (47,02%)	178 (0,75%)	983 (4,33%)	3.425 (5,28%)	5.327 (1,25%)	77.511 (51,63%)	149 (0,27%)	315 (0,21%)	101.025 (10,97%)
5-10	3.785 (13,50%)	8.146 (34,37%)	2.782 (12,25%)	31.529 (48,60%)	132.105 (31,00%)	63.489 (42,29%)	932 (1,69%)	1.967 (1,31%)	243.584 (26,45%)
10-15	2.243 (8,00%)	12.121 (51,14%)	6.224 (27,41%)	23.063 (35,55%)	141.480 (33,20%)	7.506 (5,00%)	4.897 (8,88%)	9.792 (6,52%)	207.392 (22,52%)
15-20	2.706 (9,65%)	2.368 (9,99%)	4.887 (21,52%)	5.164 (7,96%)	80.584 (18,91%)	1.111 (0,74%)	12.762 (23,14%)	28.549 (19,01%)	138.322 (15,02%)
20-30	4.694 (16,74%)	754 (3,18%)	6.395 (28,16%)	1.505 (2,32%)	53.694 (12,60%)	465 (0,31%)	24.233 (43,94%)	75.329 (50,16%)	167.700 (18,21%)
30-45	1.267 (4,52%)	121 (0,51%)	1.383 (6,09%)	175 (0,27%)	12.060 (2,83%)	45 (0,03%)	10.694 (19,39%)	31.702 (21,11%)	57.742 (6,27%)
> 45,0	146 (0,52%)	14 (0,06%)	54 (0,24%)	6 (0,01%)	895 (0,21%)	0	1.478 (2,68%)	2.538 (1,69%)	5.157 (0,56%)
TOTAL	28.038 (3,0%)	23.702 (2,6%)	22.708 (2,5%)	64.874 (7,0%)	426.146 (46,3%)	150.127 (16,3%)	55.150 (6,0%)	150.177 (16,3%)	920.922 (100%)

G1=Grupo1; CV=Campo das Vertentes; VJ=Vale do Jequitinhonha; OM=Oeste de Minas; SM=Sul de Minas; TR=Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba; VRD=Vale do Rio Doce; ZM=Zona da Mata; MG=Minas Gerais

TABELA 5 – Área mapeada com café (ha e %) por orientação de vertentes, nas diversas mesorregiões e para todo Estado de Minas Gerais.

	G1	CV	VJ	OM	SM	TR	VRD	ZM	MG
Noroeste	3.948 (14,08%)	1.605 (6,77%)	1.585 (6,98%)	3.815 (5,88%)	30.427 (7,14%)	20.027 (13,34%)	2.013 (3,65%)	9.086 (6,05%)	72.504 (7,87%)
Norte	3.721 (13,27%)	3.119 (13,16%)	3.293 (14,50%)	10.776 (16,61%)	83.397 (19,57%)	20.012 (13,33%)	6.519 (11,82%)	31.372 (20,89%)	162.207 (17,61%)
Nordeste	4.694 (16,74%)	2.899 (12,23%)	4.671 (20,57%)	11.197 (17,26%)	93.283 (21,89%)	27.563 (18,36%)	11.995 (21,75%)	31.958 (21,28%)	188.260 (20,44%)
Leste	4.601 (16,41%)	3.453 (14,57%)	4.987 (21,96%)	11.736 (18,09%)	86.124 (20,21%)	24.831 (16,54%)	11.957 (21,68%)	28.263 (18,82%)	175.952 (19,11%)
Sudeste	3.763 (13,42%)	2.901 (12,24%)	2.804 (12,35%)	8.524 (13,14%)	57.104 (13,40%)	20.072 (13,37%)	9.817 (17,80%)	21.656 (14,42%)	126.640 (13,75%)
Sul	2.748 (9,80%)	2.629 (11,09%)	1.967 (8,66%)	7.324 (11,29%)	28.893 (6,78%)	12.641 (8,42%)	6.624 (12,01%)	11.353 (7,56%)	74.177 (8,05%)
Sudoeste	2.899 (10,34%)	2.821 (11,90%)	1.819 (8,01%)	5.702 (8,79%)	23.523 (5,52%)	15.448 (10,29%)	3.695 (6,70%)	7.689 (5,12%)	63.596 (6,91%)
Oeste	1.665 (5,94%)	4.273 (18,03%)	1.578 (6,95%)	5.800 (8,94%)	23.438 (5,50%)	9.518 (6,34%)	2.531 (4,59%)	8.800 (5,86%)	57.605 (6,25%)
TOTAL	28.038 (3,0%)	23.702 (2,6%)	22.708 (2,5%)	64.874 (7,0%)	426.146 (46,3%)	150.127 (16,3%)	55.150 (6,0%)	150.177 (16,3%)	920.922 (100%)

G1=Grupo1; CV=Campo das Vertentes; VJ=Vale do Jequitinhonha; OM=Oeste de Minas; SM=Sul de Minas; TR=Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba; VRD=Vale do Rio Doce; ZM=Zona da Mata; MG=Minas Gerais

TABELA 6 – Área mapeada com café (ha e %) por tipo de solo, nas diversas mesorregiões e para todo Estado de Minas Gerais.

	G1	CV	VJ	OM	SM	TR	VRD	ZM	MG
AR	620 (2,21%)	0	86 (0,38%)	0	0	0	347 (0,63%)	3.739 (2,49%)	4789 (0,52%)
Neossolos	2.204 (7,86%)	0	129 (0,57%)	791 (1,22%)	8.012 (1,88%)	2.072 (1,38%)	3.971 (7,2%)	796 (0,53%)	17.958 (1,95%)
Cambissolo	2.019 (7,20%)	3.705 (15,63%)	282 (1,24%)	11.405 (17,58%)	42.402 (9,95%)	28.824 (19,20%)	640 (1,16%)	9.686 (6,45%)	98.999 (10,75%)
Gleissolo	165 (0,59%)	0	0	402 (0,62%)	341 (0,08%)	1546 (1,03%)	0	0	2486 (0,27%)
Latossolo	20.855 (74,38%)	11.306 (47,7%)	16.472 (72,54%)	44.108 (67,99%)	258.074 (60,56%)	111.574 (74,32%)	38.252 (69,36%)	126.344 (84,13%)	626.964 (68,08%)
Espodossolo	0	0	0	13 (0,02%)	0	0	0	0	13 (0,00%)
Argissolo	1.999 (7,13%)	8.692 (36,67%)	5.736 (25,26%)	7.584 (11,69%)	117.275 (27,52%)	4.579 (3,05%)	11.940 (21,65%)	9.611 (6,4%)	167.424 (18,18%)
Plintossolo	177 (0,63%)	0	0	0	0	0	0	0	177 (0,02%)
Nitossolo	0	0	0	564 (0,87%)	0	1.546 (1,03%)	0	0	2.118 (0,23%)
TOTAL	28.038 (3,0%)	23.702 (2,6%)	22.708 (2,5%)	64.874 (7,0%)	426.146 (46,3%)	150.127 (16,3%)	55.150 (6,0%)	150.177 (16,3%)	920.922 (100%)

AR=Afloramento rochoso; G1=Grupo1; CV=Campo das Vertentes; VJ=Vale do Jequitinhonha; OM=Oeste de Minas; SM=Sul de Minas; TR=Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba; VRD=Vale do Rio Doce; ZM=Zona da Mata; MG=Minas Gerais

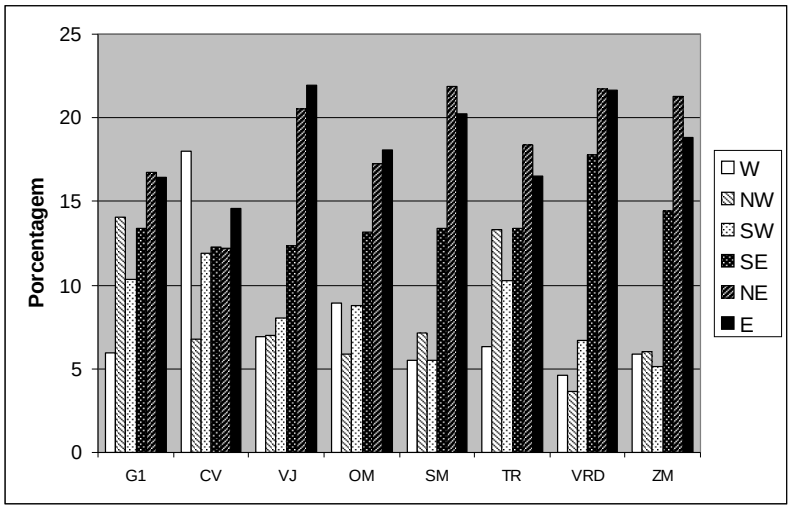


FIGURA 3 – Proporção de lavouras de café em vertentes orientadas a oeste e leste; G1=Grupo1; CV=Campo das Vertentes; VJ=Vale do Jequitinhonha; OM=Oeste de Minas; SM=Sul de Minas; TR=Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba; VRD=Vale do Rio Doce; ZM=Zona da Mata

As variáveis ambientais, orientação de vertentes e declividade não apresentam classes específicas que cheguem a limitar a ocorrência de lavouras de café, visto que foram encontradas lavouras em todas as classes de orientação de vertentes e declividade. No entanto, parece haver certa restrição, por parte dos produtores, com relação às vertentes orientadas para a face oeste, uma vez que foi constatada menor proporção de lavouras em vertentes total ou parcialmente orientadas para essa face.

3.7. Distribuição das lavouras de café com relação a um território favorável

A interseção dos planos de informação relativos às variáveis ambientais consideradas neste estudo permitiu a modelagem da ocupação geográfica da cafeicultura com relação a um território mais favorável. Na Tabela 7, apresenta-se, em cada mesorregião, a distribuição das lavouras alocadas em áreas modeladas como favoráveis para a cafeicultura, de acordo com o modelo proposto no trabalho.

À exceção da Zona de Mata e Vale do Rio Doce, o parque cafeeiro encontra-se predominantemente distribuído em condições de altitude, solo, declividade e orientação de vertentes adequadas ao cultivo do café.

Na Zona da Mata, a predominância de cerca de 72% das lavouras (108.173 hectares) fora das condições consideradas como ideais, deve-se principalmente à variável declividade, uma vez que grande parte das lavouras encontra-se em declividades acima de 20% (Tabela 4). Deve ser ressaltado que o critério utilizado na definição da declividade ideal (menor que 20%) refere-se apenas à possibilidade de mecanização, o que não inviabiliza o cultivo. De fato essa região exibe um padrão de agricultura familiar de montanha com tratos culturais manuais.

Na região do Vale do Rio Doce, os 56% das lavouras (31.239 hectares) “inadequadamente” localizadas devem-se, principalmente, a declividades acima de 20%, resultando igualmente num padrão de manejo tipicamente manual em função da dificuldade de mecanização. Nessa região, entretanto, há também inadequação com relação às altitudes. Conforme mostrado na Tabela 3, cerca de 20% das lavouras encontram-se abaixo de 500 m de altitude. Tal fato explica a ocorrência de cultivos de café Robusta (*C. canephora*) na região, variedade típica de altitudes entre o nível do mar e 800 m (DAMATA; RAMALHO, 2006). Nesse caso, as lavouras em baixa altitude no Vale do Rio Doce não podem ser consideradas como inadequadamente alocadas, uma vez que os critérios para definição das melhores condições ambientais para cultivo do café referem-se à espécie Arábica.

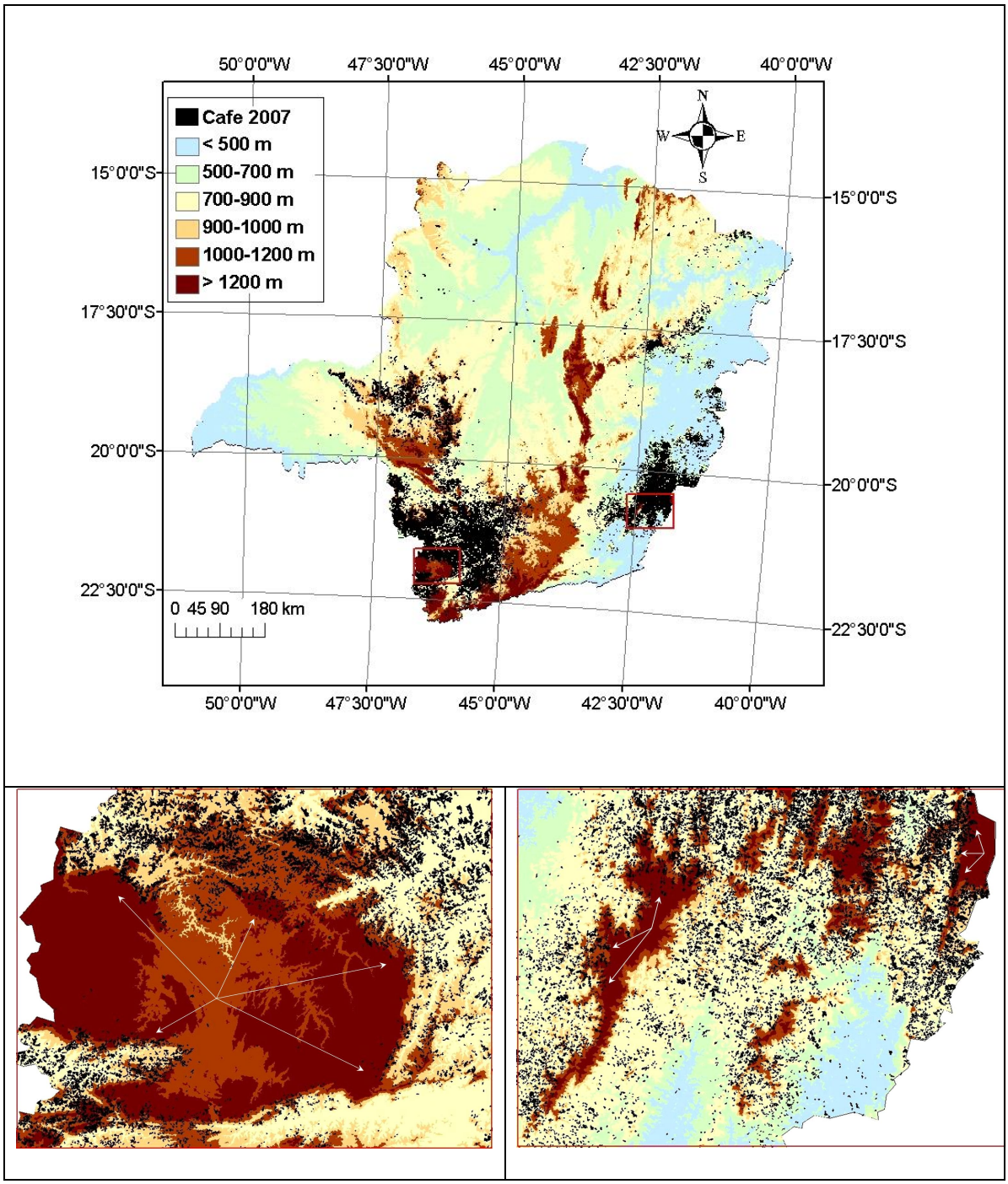


FIGURA 4 – Sobreposição do mapa temático do café ao mapa de altimetria – em detalhe a ausência de lavouras no planalto de Poços de Caldas e região da Zona da Mata acima de 1.200 metros.

TABELA 7 – Área mapeada com café (em hectare e percentagem) no território ideal por Mesorregião

	G1	CV	VJ	OM	SM	TR	VRD	ZM	MG
Total	28.038	23.702	22.708	64.874	426.146	150.127	55.150	150.177	920.922
Ideal	16.152	22.487	19.953	45.736	362.314	112.597	23.911	42.004	645.154
	(57,6%)	(94,9%)	(87,9%)	(70,5%)	(85 %)	(75%)	(43,4%)	(28)	(70%)
Diferença	11.886	1.215	2.755	19.138	63.832	37.530	31.239	108.173	275.768
	(42,4%)	(5,1%)	(12,1%)	(29,5%)	(15%)	(25%)	(56,6%)	(72 %)	(30%)

G1=Grupo1; CV=Campo das Vertentes; VJ=Vale do Jequitinhonha; OM=Oeste de Minas; SM=Sul de Minas; TR=Triângulo Mineiro/Vale do Paranaíba; VRD=Vale do Rio Doce; ZM=Zona da Mata; MG=Minas Gerais

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram elaborar as seguintes considerações quanto ao perfil da cafeicultura mineira:

a) quanto à altimetria verificou-se que a maioria das lavouras de café do Estado encontra-se implantadas dentro do limite de 500 a 1.200 m de altitude. A quase inexistência de lavouras em altitudes inadequadas ao cultivo sugere que essa variável constitui fator limitante à implantação de cafezais;

b) de maneira geral, as lavouras ocorrem em todas as classes de declividade, sendo que a maioria (75%) encontra-se implantada em declividades inferiores a 20%, permitindo o uso de manejo mecanizado. A ocorrência de grande proporção de lavouras em declividades maiores em algumas regiões indica que o fator declividade não é limitante na implantação dos cafezais;

c) embora haja uma distribuição de lavouras em todas as faixas de orientação de vertentes, as faces total ou parcialmente orientadas a oeste, expostas à radiação solar no período da tarde, apresentam menor proporção de lavouras, em oposição àquelas do leste;

d) os Latossolos e Argissolos são os preferidos para implantação de lavouras de maneira geral, com cerca de 80% das lavouras ocorrendo sobre esses solos. Assim, a variável solo também constitui fator limitante na implantação de cafezais, uma vez que foi observada pequena proporção de lavouras sobre solos inadequados;

e) com relação ao território proposto como favorável ao cultivo do café, observa-se geralmente uma concordância da alocação das lavouras com relação às condições ideais. Nas duas regiões onde há maior ocupação por lavouras em condições "inadequadas", Zona da Mata e Vale do Rio Doce, o fato se deve às altas declividades – acima de 20%. Nesse caso, a inadequação diz respeito apenas à possibilidade de mecanização, uma vez que é perfeitamente viável o cultivo do café em declividades maiores. Na região do Vale do Rio Doce, as lavouras também se encontram "mal alocadas", em função da ocorrência em altitudes abaixo de 500 metros, o que novamente não justifica o termo, uma vez que ali se cultiva a espécie Robusta, que é adequada a tais altitudes. Especialmente interessante é a possibilidade de quantificação do parque cafeeiro de Robusta no estado de Minas Gerais por meio da identificação de lavouras abaixo de 500 metros de altitude evidentes praticamente apenas nessa mesorregião.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M. et al. Avaliação da exatidão do mapeamento da cultura do café no Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1-8.

ALVES, H. M. R. et al. Dinâmica espaço-temporal de ambientes cafeeiros de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, p. 38-49, 2007.

ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Flora brasileira**. São Paulo: Três Livros, 1984.

AMARAL, F. C. S. et al. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2004. 95 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63).

ASSAD, E. D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, nov. 2004.

AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 85, n. 11, p. 1869-1876, Nov. 2005.

BARBOSA, J. N. et al. Distribuição espacial de cafés do estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 237-250, 2011.

CAMARA, G. et al. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, Ottawa, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 893-901, jun. 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Limite dos municípios de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1998. Mapa. Escala 1:100.000. Disponível em: <http://www.geominas.mg.gov.br/>. Acesso em: 15 mar. 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** café 2010, segunda estimativa. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 maio 2010.

CONSULTATIVE GROUP FOR INTERNATIONAL AGRICULTURE RESEARCH-CONSORTIUM FOR SPATIAL INFORMATION. **SRTM 90m digital elevation data**. Disponível em: <http://srtm.csi.cgiar.org/>. Acesso em: 20 nov. 2007.

DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006.

DIODATO, N.; CECCARELLE, M.; BELLOCCHI, G. GIS-aided evaluation of evapotranspiration at multiple spatial and temporal climate patterns using geoindicators. **Ecological Indicators**, London, v. 10, p. 1009-1016, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G. de; SEDIYAMA, G. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 445-452, 2002.

MOREIRA, M. A. et al. Geotecnologias para mapear lavouras de café nos estados de Minas Gerais e São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1123-1135, 2010.

_____. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, p. 27-37, 2007.

NUNES, E. L. et al. Zoneamento agroclimático da cultura do café para a bacia do Rio Doce. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 297-302, 2007.

PICINI, A. G. et al. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 157-170, 1999.

RABUS, B. M.; EINEDER, A. R.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission: a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Photogrammetry and Remote Sensing**, Falls Church, v. 57, p. 241-262, 2003.

SEDIYAMA, G. C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, p. 501-509, 2001.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 539-546, 2003.

VALERIANO, M. M.; GARCIA, G. J. The estimate of topographical variables for soil erosion modelling through geoprocessing. **International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing**, Amsterdam, v. 33, p. 678-685, 2000.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 227-234, 2005.

ZAMBOLIM, L. **Tecnologia de produção de café com qualidade**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

PIGMENTS, TOTAL SOLUBLE PHENOLS AND LIGNIN LEVELS OF COFFEE SEEDLINGS INOCULATED WITH *Colletotrichum gloeosporioides*

Fernanda Gonçalves Martins Maia[1], Cláudio Ogoshi[2], Jucilayne Fernandes Vieira[3], Rosana Oliveira Pierre[4], Jader Braga Maia[5], Pedro Martins Ribeiro Júnior[6], Mário Sobral de Abreu[7].

(Recebido: 26 de agosto de 2010; aceito 6 de outubro de 2011)

ABSTRACT: The objective of this work was to study the effects of different isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*, as to pigment level (chlorophyll a, b and total), total soluble phenols and soluble lignin in coffee seedlings obtained by artificially inoculated tissue culture. The experiment was carried out in randomized block design in a 2 x 3 factorial scheme (2 genetic materials), 3 isolates (an isolate from mango fruits and another one from coffee plants), with 5 replicates and control (plants without inoculation). The plants were inoculated with a suspension of 2 x 10^6 conidia.ml^{-1}. The conidial suspension was sprayed on previously injured leaves. Leaves of inoculated plants were collected at 3 and 7 days after inoculation, except for leaves on the lower part of the plants. Afterwards, samples were prepared for the evaluation of chlorophyll, total soluble phenols and soluble lignin. The results showed that the presence of the pathogen in healthy and diseased plants significantly reduced the amount of chlorophyll. At 7 days after inoculation of healthy and diseased coffee plants higher total soluble phenol and soluble lignin levels were observed in response to the attack by *Colletotrichum gloeosporioides*.

Index terms: *Coffea arabica, Colletotrichum gloeosporioides,* defense response.

PIGMENTOS, FENÓIS SOLÚVEIS TOTAIS E LIGNINA EM PLÂNTULAS DE CAFEEIRO INOCULADAS COM *Colletotrichum gloeosporioides*

RESUMO: *Objetivou-se, neste trabalho, estudar os efeitos de diferentes isolados de Colletotrichum gloeosporioides sobre os teores de pigmentos (clorofila a, b e total), fenóis solúveis totais e lignina solúvel, em dois diferentes tempos, sobre mudas de café obtidas por cultura de tecidos e inoculadas artificialmente. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3 (2 materiais gênticos), 3 isolados (um obtido de mangueira e 2 isolados obtidos de plantas de café) + 2 (testemunhas sem inoculação), com 5 repetições. As plantas foram inoculadas com uma suspensão de 2 x 10^6 conídios.ml^{-1}. A suspensão de conídios foi pulverizada sobre folhas de cafeeiro, previamente feridas. Foram realizadas duas coletas, aos 3 e 7 dias após inoculação, de todas as folhas da muda, exceto as folhas baixeiras. Em seguida, foi feito o preparo das amostras para avaliação de clorofila, fenóis solúveis totais e lignina solúvel. A partir dos resultados, pode-se concluir que a presença do patógeno, tanto em plantas sadias, como em plantas doentes diminuíram significativamente a quantidade de clorofila. Aos 7 dias após inoculação das plantas de café sadias e doentes, observou-se um maior teor de fenóis solúveis totais e lignina solúvel em resposta ao ataque de Colletotrichum gloeosporioides.*

Termos para indexação: *Coffea arabica, Colletotrichum gloeosporioides, resposta de defesa.*

1 INTRODUCTION

The state of Minas Gerais stands out as the largest producer of *Coffea arabica* with approximately 1.15 million hectares (ha) and an estimated production of 15.5 million bags for the 2008/2009 crop, accounting for 45.9% of the national production Companhia Nacional de Abastecimento -

[1]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Fitopatologia/DFP - Cx. P. 3037 - 37200-000-Lavras - MG - feagrosal@yahoo.com.br
[2]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Fitopatologia/DFP - Cx. P. 3037 - 37200-000-Lavras - MG - claudiogoshi@yahoo.com.br
[3]Universidade Federal de Pelotas/ UFPEL - Departamento de Fitotecnia - Cx. P. 354 - 96010-280 - Pelotas/RS - laynevieira@yahoo.com.br
[4] Rua do Cruzeiro,195 - Bairro Rosário - Porto Firme /MG - 36576 -000 - rosannapierre@yahoo.com.br
[5]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Entomologia/DEN - Cx. P. 3037 - 37200-000-Lavras – MG - maiajader@yahoo.com.br
[6]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Fitopatologia/DFP - Cx. P. 3037 - 37200-000-Lavras - MG - ribeirojunior@yahoo.com.br
[7]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Fitopatologia/DFP - Cx. P. 3037 - 37200-000-Lavras - MG - msabreufla@yahoo.com.br

CONAB (2010). A number of factors may contribute to low coffee productivity, especially diseases. Among them are the blister spot and anthracnose (*Colletotrichum* complex) (PARADELA FILHO et al., 2006), rust (*Hemileia vastatrix*) (CHALFOUN, 1997), Phoma leaf spot (*Phoma* spp.), (CARVALHO et al., 1999) and viruses (CHALFOUN, 1997). Among these, there is a special interest in the study of *Colletotrichum* complex - coffee, which is composed of several species of the pathogen (OROZCO et al., 2003). In Brazil the predominant species is *C. gloeosporioides*, which can cause anthracnose, dieback and blister spot, which is a disease with a low progression in time and space, however, highly deleterious to the infected trees (FERREIRA et al., 2004). For (OROZCO et al., 2003), this pathosystem is complex, dealing with populations of species of *Colletotrichum* that cause various symptoms or colonize plants in an invasive way without overt symptoms, not implying that these isolates are non-pathogenic.

Many compounds produced by secondary metabolic pathways are formed after the occurrence of infection by plant pathogens, providing greater resistance to disease. Compounds such as phytoalexins, phenols and flavonoids may accumulate around sites of infection, reducing the colonization of the pathogen (MALKIN and NIYOGI, 2000).

Lignin, in addition to the functions inherent in plant physiology, presents itself as a physical and chemical defensive barrier, hindering the penetration of fungi, bacteria and insect consumption, in order to protect plants against biotic and abiotic factors, arising out of the environment (DAVIN and LEWIS, 1995). Lignified cell walls could also be a barrier, preventing the movement of nutrients to the pathogen. Lignin precursors themselves may exert a toxic effect on the pathogen or also lead to lignification of the structures of the pathogen (HAMMERSCHMIDT and KUC, 1982).

Given the above, the objective of this work was to study the effects of different isolates of *C. gloeosporioides* in coffee seedlings from embryo culture obtained from plants with and without symptoms of blister spot and evaluate this effect on pigment level (chlorophyll a, b total), total soluble phenolics and soluble lignin.

2 MATERIAL AND METHODS

Obtaining plants from zygotic embryo tissue cultures

Fruits of coffee (*C. arabica*), cultivar Red Catucaí, with and without symptoms of blister spot at the green-cane stage were harvested, washed and disinfected with 70% alcohol for 1 min and 2%sodium hypochlorite for 15 minutes, and then washed three times with sterile distilled water. Subsequently, the embryos were excised and placed in test tubes with 15 ml of MS medium (MURASHIGE and SKOOG 1962), plus gL^{-1} of activated carbon, 300 mg L^{-1} ascorbic acid and 2.5 $mg.L^{-1}$ of gibberellin adjusted to pH 5.8 and solidified with 6 gL^{-1} agar (RIBEIRO et al., 2003). The embryo cultures of were kept in a growth room at 27 ± 1 ° C and a photoperiod of 16 hours. Transference of the seedlings to other tubes with the same culture medium occurred every couple of months, until these seedlings were suitable for acclimatization. Acclimatization was performed according to Carvalho et al. (1999). Where seedlings with approximately 2-3 cm of length were removed from the test tubes and transferred to polypropylene trays with 11 x 5 x 5 cm cells containing vermiculite. They were placed in a growth chamber with approximately 90% relative humidity, mean temperature of 25 °C, automatic misting system and natural lighting. The supply of nutrients was done with a weekly application of 1 ml of Hoagland and Arnon (1950) nutrient solution per seedling, starting on the day of planting and extending to the inoculation period.

Collection of isolates and inoculations

The isolates were derived from the experimental field of the Federal University of Lavras. These isolates were obtained from mango leaves with anthracnose (I1), stem tips of trees without blister spot symptoms, but with dieback (I2) and trees with symptoms of blister spot (I3). Parts of infected tissue were surface sterilized with 50% alcohol for 30 seconds and 1% sodium hypochlorite for one minute, washed with water and dried outdoors. Then they were transferred to Petri dishes with 2% MEA (malt extract and agar) culture medium and chloramphenicol. The dishes were incubated for seven days in BOD at 22º C and a photoperiod of 12 hours. The purified colonies were used to obtain spore

cultures. Isolates of *C. gloeosporioides* were maintained and grown in 2% MEA culture medium. Conidial suspensions were prepared by scraping conidia with the aid of a Drigalsky handle and sterile distilled water (SDW) followed by filtration in sterile gauze. Suspensions for inoculation were calibrated to the concentration of 2 x 10^6 conidia mL^-.

The inoculation was performed on fully expanded young leaves of coffee plants, from fruits with and without blister spot symptoms. Three days before inoculation, these plants were subjected to humid chamber conditions , carried out with the aid of plastic bags and kept in a growth chamber at a temperature of 30 º C. The conidial suspension was sprayed on leaves of the seedlings with the aid of a 500 ml manual atomizer. The leaves were previously injured with the help of entomological needles at 0.5 mm equidistant totaling an area of 1.3 cm in diameter. After inoculation, the seedlings were kept in a greenhouse and in the first 24 hours after inoculation they were submitted to a moist chamber made with the help of plastic bags.

Collection of plant tissue

Collections of all the seedling leaves were made, except for the lowest, three and seven days after inoculation. During harvesting, the leaves were protected with aluminum foil, placed in a polystyrene box containing liquid nitrogen and brought to the laboratory where they were kept frozen at -80° until the implementation of biochemical analysis.

Determination of total, a and b chlorophyll

From the stored plant material, 0.2 g of leaf tissue from each treatment were macerated and added with 5 mL of 85% acetone and stored for 24 hours, protected from light, for pigment extraction. Subsequently, the material was centrifuged at 8000g for 15 min and the supernatant was collected for quantification of chlorophyll a, b and total using a spectrophotometer, according to the formulas proposed by Arnon (1949).

- Chlorophyll a (mg/g) = 12.7 (663 nm) – 2.69 (645 nm) x V (ml) /1000 x W (g)
- Chlorophyll b (mg/g) = 22.9 (645 nm) – 4.68 (663 nm) x V(ml) /1000 x W (g)
- Chlorophyll total (mg/g) = 20.2 (645 nm) + 8.02 (663 nm) x V (ml) /1000 x W (g) Where: W= 200mg fresh leaf, and V= 5ml of 85%acetone

Evaluation of lignin and total soluble phenols

Leaf tissue stored at -80° C was ground in liquid nitrogen with mortar and pestle to obtain a fine powder. Subsequently, the samples were lyophilized for 16h. An aliquot of 30 mg of lyophilized material was transferred to a 2 mL micro tube, homogenized with 1.5 mL of 80% methanol and kept under agitation,for 16h on a rotary shaker protected from light at room temperature. The suspension was centrifuged at 12,000 g for 5 min. The supernatant was transferred to a new micro tube, and with which total soluble phenolic compounds was determined, while the solid residue was used for determination of soluble lignin.

Determination of total soluble phenols

The total phenolics were determined by adding 150 mL of methanol extract, mixing 150 mL of Folin-Ciocalteau 0.25 N and kept at room temperature for 5 min, then adding 150 mL of 1M Na_2CO_3, and homogenized and maintained for 10 min at room temperature. The mixture was then homogenized with 1 mL of distilled and deionized water and kept at room temperature for one hour. The phenolic was determinated at 725 nm (SPANOS and WROLSTAD, 1990).

Determination of lignin

1.5 mL of water was added to solid residue obtained above, homogenized and centrifuged at 12,000 for 5 min. The supernatant was discarded and the residue was dried at 65°C for 15 h. The dry residue, insoluble in alcohol, containing lignin and esterified phenolic acids from cell wall, was used for the lignin determination. For this, a volume of 1.5 mL of thioglycolic acid and containing 2M HCl (1:10) was added to the residue. The tubes were gently agitated to hydrate the residue and then placed in a water bath at 100°C for 4 h. Afterwards, they were placed on ice to cool for 10 min and then centrifuged at 10,000g for 10 minutes. The supernatant was discarded and the precipitate washed with 1.5 mL of distilled and deionized water and again centrifuged at 10,000g for 10 min. After this period the supernatant was discarded and the pellet was resuspended in 1.5 mL 0.5 M NaOH, and the mixture shaken in a rotary shaker for 15 h at room temperature. The mixture was centrifuged at 10,000g for 10 min and the

supernatant was transferred to a new tube, then 200 mL of concentrated HCl was added to the supernatant and kept cold (4°C) for 4 h to allow precipitation of lignin linked to thee mercaptoacetic acid. The mixture was then centrifuged at 10,000g for 10 min, the supernatant discarded and the pellet resuspended in 2 mL of 0.5 M NaOH. The absorbance of this solution was determined at 280 nm and values calculated based on the lignin curve and expressed as mg of lignin per mg of dry tissue (DOSTER and BOSTOCK, 1988).

Statistical design and data analysis

The experimental design was randomized blocks in 2 x 3 (2 genotypes (Red Catucaí cultivar seedlings obtained from seeds of plants with blister spot symptoms (MOPCS) and without (MOPSS)), 3 isolates of *C.gloeosporioides* and two additional treatments (injured controls of each genetic material)) with 5 replications. The data was subjected to ANOVA and means were compared by Tukey test ($P \leq 0.05$) and comparisons with additional treatments were performed by Dunnett's test using the statistical software (SAS INSTITUTE, 1992).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Chlorophyll a, b and total

There was no effect of the interaction between the isolates I1, I2 and I3, and the seedling type, (MOPCS) and (MOPSS) at 3 or 7 days after inoculation (DAI) for the levels of chlorophyll a, b and total (Table 1). Comparing the levels of pigment in plants inoculated with different strains in each type of seedling (MOPCS and MOPSS), and only injured plants, which was the inoculation method, there was no effect of the isolates (Table 1). Probably, this fact was due to the short time between inoculation and the collection of leaves, only a maximum of seven days.

The main function of chlorophyll is to absorb energy of the photons of light emitted by the Sun, thus contributing to an electron transport chain that culminates in the hydrolysis of water molecules and the production of ATP, needed for the biochemical phase of photosynthesis where carbohydrates are synthesized from carbon dioxide (PAZZA, 2010).

This function can be prevented when there is degradation of the chlorophyll level in plants, which may be happening in this study. The greatest damage to the plant occur after the absorption of light, with the reduction of chlorophyll in photosynthetic cells and tissues. This reduction can be caused by a variety of factors including the lack of chlorophyll synthesis due to the degradation of chloroplasts, necrosis of tissues and photosynthetic cells, reduced photosynthetic surface of organs and tissues, and finally, loss of leaves (SCHOLES, 1992). Although we have seen a significant degradation of chlorophyll in studies of genetic material over time, we can say that this fact is linked to the loss of photosynthetic area, because until now the presence of the pathogen

TABLE 1 – Average levels of chlorophyll (Cl) a, b, and total (*Cl T*) (mg g^{-1} MF^{-1}), in coffee leaves from seedlings from Red Catucaí coffee seeds with (MOPCS) and without (MOPSS) symptoms of blister spot, 3 and 7 days after inoculation (DAI) with three isolates of *C. gloeosporioides* (anthracnose in mango leaves - I1, stem tips of trees without blister spot symptoms, but with dieback - I2 and trees with symptoms of blister spot - I3) through injury compared to a control with additional injury.

	3 DAI						7 DAI					
	MOPCS			MOPSS			MOPCS			MOPSS		
Isolate	*Cl a*	*Cl b*	*Cl T*	*Cl a*	*Cl b*	*Cl T*	*Cl a*	*Cl b*	*Cl T*	*Cl a*	*Cl b*	*Cl Tl*
Mango(I1)	0.79	0.60	1.50	0.83	0.75	1.58	0.48*	0.23*	0.71*	0.50*	0.22*	0.72*
Coffee (I2)	0.82	0.84	1.65	0.78	0.73	1.51	0.51*	0.24*	0.75*	0.54*	0.23*	0.77*
Coffee (I3)	0.81	0.82	1.64	0.83	0.65	1.48	0.48*	0.24*	0.72*	0.52*	0.24*	0.76*
Injured Control	0.89	0.98	1.86	0.80	0.92	1.72	0.49	0.24	0.73	0.50	0.22	0.72

* not significant.

outside the tissue has not been seen. Perhaps it may have only interfered internally with the degradation of chloroplasts. Lopes and Berger (2001) state that healthy areas of leaves with symptoms of anthracnose have their photosynthetic rate decreased, because the effect of anthracnose extends beyond the visual area of the lesion, which, according to Bastiaans (1991) can be defined as a virtual injury. For some pathosystems involving necrotrophic organisims, the virtual lesion may be the result of the production and dissemination of toxins around the symptomatic area of tissue, thus interfering in photosynthetic activity. This fact may be related to the results obtained in this study.

Lignin

For the lignin, there was no interaction effect between the three isolates of *C. gloeosporioides*, I1, I2 and I3 used and the type of seedlings, MOPCS and MOPSS at 3 or 7 DAI. At 3 DAI, there was also no effect observed in the seedlings, nor in the type of isolate (Table 2). However, at 7 DAI, the lignin concentration was not influenced by the type of seedling, but were influenced by the type of isolate. The isolate *C. gloeosporioides* of coffee (I2 and I3) provided greater lignification, not differ among themselves, but differing from the mango *C. gloeosporioides* isolate (I1) (Table 2). As the inoculation was performed by injury, we used an additional control only with the injury and without the presence of the fungus. At 3 DAI no differences were observed in lignin concentration between injured control and the isolates in the two types of seedlings. At 7 DAI, it was observed that in MOPSS inoculated with coffee isolates (I2 and I3), there was greater lignification than the injured control, This was not observed for the mango isolate (I1) (Table 3). This effect was also not observed at 7 DAI in MOPCS

TABLE 2 – Average lignin level µg (mg MS)$^{-1}$, of coffee leaves from seedlings from 'Red Catucaí' coffee seeds with (MOPCS) and without (MOPSS) blister spot symptoms, 3 and 7 days after inoculation (DAI) with three isolates of *C. gloeosporioides* (anthracnose in mango leaves - I1, tree stem tips without symptoms of blister spot, but with dieback - I2 and the trees with symptoms of blister spot - I3) through injury.

3 DAI				7 DAI			
Isolates	MOPCS	MOPSS	Average	Isolates	MOPCS	MOPSS	Average
Mango (I1)	23.1	18	23.1 a	Mango (I1)	15.9	13.6	14.7 b
Coffee (I2)	21.2	16.2	21.2 a	Coffee (I2)	18.8	18.9	18.9 a
Coffee(I3)	22.7	20.1	22.7 a	Coffee (I3)	18.4	21.7	20.1 a
Average	22.3 A	18.1 A		Average	17.7 A	18.06 A	

Averages with same letter in uppercase and lowercase line in the column do not differ by Tukey test($P \leq 0.05$).

TABLE 3 – Average lignin level µg (mg MS)$^{-1}$, of coffee leaves from seedlings from 'Red Catucaí' coffee seeds with (MOPCS) and without (MOPSS) blister spot symptoms, 3 and 7 days after inoculation (DAI) with three isolates of *C. gloeosporioides* (anthracnose in mango leaves - I1, tree stem tips without symptoms of blister spot, but with dieback - I2 and the trees with symptoms of blister spot - I3) through injury compared to additional injured control.

	3 DAI		7 DAI	
Isolates	MOPCS	MOPSS	MOPCS	MOPSS
Mango (I1)	18.0 ^{ns}	23.1^{ns}	15.9 ^{ns}	13.6 ^{ns}
Coffee (I2)	16.0 ^{ns}	21.2 ^{ns}	18.8 ^{ns}	18.9 *
Coffee (I3)	20.1 ^{ns}	22.7 ^{ns}	18.4 ^{ns}	21.7*
Injured Control	21.7	18.2	16.8	12.74

* = significant, by the Dunnett test ($P \leq 0.05$). ^{ns} = not significant.

inoculated with the same isolates when compared with the control of the same plant material with injury (Table 3). This may be due to sampling (collection) being carried out with the leaves not yet fully expanded. According Botelho et al. (2009) and Nojosa, Resende and Resende (2005) the lignin may be present with greater intensity in older leaves than in younger leaves.

Lignin is an important component in plant resistance to pathogens, thus limiting their action by forming a physical barrier Botelho et al. (2005).

In This study the cumulative tendencies basically followed a pattern similar to the (MOPSS) in collection 1 that did not differ and showed an amount of lignin equal to (MOPCS) when inoculated with the fungus or even when not inoculated as in the case of the control.

Determination of Total Phenols

There was no significant interaction between the types of seedlings and isolates and not even among these factors isolatedly, to 3 DAI (Table 4). The same behavior was observed at 7 DAI, except for the type of seedlings (MOPCS and MOPSS) because MOPSS showed higher levels of total soluble phenols, also observed in controls with injury and without inoculation (Table 5).

Comparing the total soluble phenolic levels in each seedling type inoculated with isolates of *C. gloeosporioides* and its injured control (Table 5), there was no effect of the isolates on these levels at any assessment time.

As in the case of lignin, probably, no significant differences and correlations for the concentrations of total soluble phenolic compounds were due to the fact that the sampling (collection) was carried out with the leaves not yet fully expanded. Salgado et al. (2008) argues that the new leaves have lower levels of total phenols when compared to older leaves. Phenolic compounds serve as a natural defense against herbivores and pathogens, a correlation having been found between the levels of this substance and the plant resistance (GOODMAN; KIRAL; WOOD, 1986; MISAGHI, 1980).

Therefore, the level of plant infestation or infection can be attributed to differences in the concentrations of these compounds in plants Salgado et al. (2008).

In general, no increase or decrease in pigment caused by *C. gloeosporioides* isolates in MOPCS as well as in MOPSS. Probably 7 days after inoculation was not sufficient for the coffee *C. gloeosporioides* to begin to induce symptoms of chlorosis in plants. The kind of seedlings did not affect the levels of lignin, however coffee isolates induced an increase in their levels. This fact is probably the recognition of pathogens by plants, and was not observed in seedlings inoculated with the isolate of mango *C. gloeosporioides*. More studies should be done related to increasing the time between inoculation and the collection of the material and the verification of the symptoms caused by bacteria.

TABLE 4 – Average level of total soluble phenols, µg catechol (mg MS)$^{-1}$, in coffee leaves from seedlings obtained from seeds from 'Red Catucaí' coffee with (MOPCS) and without (MOPSS) blister spot symptoms, 3 and 7 days after inoculation (DAI) with three isolates of *C. gloeosporioides* (anthracnose in mango leaves - I1, tree stem tips without symptoms of blister spot, but with die off - I2 and the trees with symptoms of blister spot - I3) through injury.

	3 DAI			7 DAI		
Isolate	MOPCS	MOPSS	Average	MOPCS	MOPSS	Average
Mango(I1)	2.61	2.68	2.64 a	2.6	3.15	2.88 a
Coffee (I2)	2.63	2.98	2.81 a	2.59	3.18	2.89 a
Coffee (I3)	2.71	2.65	2.68 a	2.54	2.7	2.62 a
Average	2.65 A	2.77 A		2.58 B	3.01 A	

Averages with same uppercase letter on the line and lowercase in the column, do not differ by theTukey test ($P \leq 0.05$).

TABLE 5 – Average levels of total soluble phenols, µg catechol (mg MS)$^{-1}$, in coffee leaves from seedlings from 'Red Catucaí' coffee seeds with (MOPCS) and without (MOPSS) blister spot symptoms, 3 and 7 days after inoculation (DAI) with three isolates of *C. gloeosporioides* (anthracnose in mango leaves - I1, tree stem tips without symptoms of blister spot, but with die off - I2 and the trees with symptoms of blister spot - I3) through injury, compared to an additional control with injury.

	3 DAI		7 DAI	
Isolate	MOPCS	MOPSS	MOPCS	MOPSS
Mango (I1)	2.7 ^{ns}	2.7 ^{ns}	2.6 ^{ns}	3.1 ^{ns}
Coffee (I2)	2.6 ^{ns}	3.0 ^{ns}	2.6 ^{ns}	3.2 ^{ns}
Coffee (I3)	2.6 ^{ns}	2.6 ^{ns}	2.5 ^{ns}	2.7 ^{ns}
Injured Control	2.8	2.9	2.5	2.9

* = significant, by the Dunnett test(P=0,05). ^{ns} = not significant.

4 CONCLUSIONS

The amount of chlorophyll decreased from first to second harvest in both pathosystems studied.

Higher levels of total soluble phenolics and lignin was observed at 7 days after inoculation of *C. gloeosporioides* in coffee seedlings obtained from seeds of plants with and without symptoms of blister spot.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

To the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for granting the scholarship to the first author to complete the Master's program in Plant Pathology at Federal University of Lavras, and to the other authors for their performance in the realization of this work; in particular to Claudio Ogoshi by dedication and Professor Mario for all his teaching.

6 REFERENCES

ARNON, D. I. Copper enzymes isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 24, n. 35, p. 1-15, 1949.

BASTIAANS, L. Ration between virtual and visual lesion size as a measure to describe reduction in leaf photosynthesis of rice due to leaf blast. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 8, p. 611-615, 1991.

BOTELHO, D. M. S. et al. Aspectos anatômicos e fisiológicos de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cook.) adubadas com ácido silício. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 93-99, abr./jun. 2009.

_____. Effect of silicon doses and sources on the intensity of the brown eye spot of coffee seedlings. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 295-299, nov./dez. 2005.

CARVALHO, G. R. et al. Acclimatization of coffee (*Coffea arabica* L.) propagated in vitro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 483-490, 1999. Abstract.

CHALFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro:** importância, identificação e métodos de controle. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 361 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra de café 2009-2010:** levantamento março 2010. Disponível em: <http: www.conab.gov.br>. Acesso em: 30 abr. 2010.

DAVIN, L. B.; LEWIS, N. G. Phenylpropanoid metabolism: biosynthesis of monolignols, lignans and neolignans, lignins and suberins. **Biological Sciences**, New York, v. 82, n. 4, p. 253-257, 1995.

DOSTER, M. A.; BOSTOCK, R. M. Quantification of lignin formation in almond bark in response to wounding and infection by *Phytophthora* species. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 78, n. 4, p. 473-477, 1988.

GOODMAN, R. N.; KIRAL, Y. Z.; WOOD, K. R. **The biochemistry and physiology of plant disease**. Columbia: University of Messouri, 1986. 256 p.

HAMMERSCHIMID, R.; KUC, J. Lignificatin as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber. **Physiology Plant Pathology**, Berne, v. 20, n. 1, p. 61-71, 1982.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Berckeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p.

LOPES, D. B.; BERGER, R. D. The effects of rust and anthracnose on the photosynthetic competence of diseased bean leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 91, n. 2, p. 212-220, 2001.

MALKIN, R.; NIYOGI, K. Photosynthesis. In: BUCHNAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Ed.). **Biochemistry & molecular biology of plants**. Madison: American Society of Plant Physiologists, 2000. v. 3, p. 568-628.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 6, p. 473-479, 1962.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Use of phosphates and silicates in the induction of resistance. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Ed.). **Induction of plant resistance to pathogens and insects**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 352. Abstract.

OROZCO, E. F. M. et al. Molecular characterization of *Colletotrichum* spp. and *Colletotrichum kahawae* coffee obtained by RAPD and SSR. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 222, 2003. Abstract.

PARADELA FILHO, O. et al. **O complexo *Colletotrichum* do cafeeiro**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 11 p.

PAZZA, R. **A clorofila e o arquiteto inteligente**. Disponível em: <http://www.evoluindo.biociencia.org/clorofila.htm>. Acesso em: 18 maio 2010.

RIBEIRO, L. S. et al. *In vitro* development of zygotic embryos of *Coffea arabica*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 48, n. 4, p. 1479-1483, jul./ago. 2003. Abstract.

SALGADO, P. R. et al. Total phenol concentrations in coffee tree leaves during fruit development. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 354-359, 2008.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system:** realease 6.08. Cary, 1992. 620 p.

SCHOLES, J. D. Photosynthesis: cellular and tissue aspects in diseased leaves. In: AYRES, P. G. (Ed.). **Pests and pathogens:** plant responses to foliar attack. Oxford: BIOS Scientific, 1992. p. 298. Abstract.

SPANOS, G. A.; WROLSTAD, R. E. Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. **Journal of agricultural & Food Chemistry**, Washington, v. 38, n. 7, p. 1565-1571, July 1990.

AVALIAÇÕES PRELIMINARES DA RESISTÊNCIA À COCHONILHA-DA-RAIZ *Dysmicoccus texensis* EM CLONES DE *Coffea canephora* RESISTENTES A *Meloidogyne* spp

Bárbhara Joana dos Reis Fatobene[1], Oliveiro Guerreiro Filho[2], Wallace Gonçalves[2]

(Recebido: 1 de setembro de 2010 ; aceito 5 de janeiro de 2012)

RESUMO : Investigou-se, neste trabalho, a variabilidade de cafeeiros quanto à resistência apresentada à cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* e a nematoides do gênero *Meloidogyne*. Ambas as espécies configuram problemas fitossanitários importantes para a cafeicultura, sobretudo nas regiões da Alta Mogiana e Alta Paulista no Estado de São Paulo. A interação entre *D. texensis* e sete clones de *C. canephora* resistentes à diferentes espécies do gênero *Meloidogyne* foi avaliada em experimento realizado em casa de vegetação, observando-se as diferenças nos padrões de infestação apresentados pelos clones. A reprodução de cochonilhas no sistema radicular dos clones IAC 5, EH 5, EH 7, EH 101 e EH 199 foi bastante reduzida, sugerindo a possibilidade de reunir nos mesmos resistência múltipla aos dois agentes bióticos.

Termos para indexação: Cafeeiro, *Dysmicoccus texensis*, resistência a insetos.

PRIMARY EVALUATION OF RESISTANCE TO THE ROOT-MEALYBUG *Dysmicoccus texensis* IN *Coffea canephora* CLONES RESISTANT TO *Meloidogyne* spp

***ABSTRACT**: The purpose of this paper was to investigate the coffee plants variability to the resistance to root-mealybugs,* Dysmicoccus texensis*, and the root-knot nematodes* Meloidogyne*. These species are considered important threats to coffee plantations, especially in the main producing regions of São Paulo, as Alta Mogiana and Alta Paulista. The interaction among* D. texensis *and seven selected* C. canephora *clones that express resistance to different* Meloidogyne *species were evaluated in experiments under greenhouse, regarding the differences in the infestation standards presented by clones. Mealybugs reproduction in roots of clones IAC 5, EH 5, EH 7, EH 101 and EH 199 was significantly reduced, suggesting the possibility of finding multiple resistance to the biotic stress.*

***Index terms:** Coffee,* Dysmicoccus texensis*, resistance to insects.*

1 INTRODUÇÃO

A cochonilha-da-raiz do cafeeiro, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae), é atualmente considerada praga de importância secundária para a cafeicultura brasileira. Entretanto, sua ocorrência, assim como, das demais espécies do grupo das cochonilhas-farinhentas tem aumentado nos últimos anos, em surtos esporádicos e imprevisíveis nas principais regiões cafeeiras (SANTA-CECÍLIA et al., 2002, 2007; SOUZA et al., 2008), constituindo séria ameaça fitossanitária para a cultura.

Os insetos sugam continuamente a seiva das raízes dos cafeeiros. O excesso é eliminado na forma de um líquido açucarado, chamado *honeydew*, que serve de substrato para o crescimento de um fungo coriáceo do gênero *Bornetina*, constituindo uma sucessão de criptas ou nodosidades no interior das quais os insetos se alojam. O comprometimento do sistema radicular ocasiona impedimento da absorção de água e nutrientes. A inoculação da saliva, durante o processo de sucção das raízes, ocasiona necrose das células do tecido radicular, podendo resultar em danos irreversíveis à raiz principal e, consequentemente em morte do cafeeiro (FORNAZIER; LIMA; ROCHA, 2000; NAKANO, 1972; SANTA-CECÍLIA et al., 2000, 2007; SOUZA et al., 2001).

Os principais prejuízos são observados em cafeeiros novos com idade inferior a cinco anos ou em cafeeiros recém-plantados em áreas de lavouras antigas, uma vez que, esses solos, geralmente, encontram-se bastante infestados pela praga (FORNAZIER; LIMA; ROCHA, 2000; SANTA-CECÍLIA et al., 2007; SOUZA et al., 2007, 2008).

A utilização de produtos químicos é praticamente a única forma de controle da praga,

[1]Centro de Café 'Alcides Carvalho'/Instituto Agronômico - Cx. P. 28 - 13012-970 - Campinas - SP barbharafattobene@yahoo.com.br
[2]Centro de Café 'Alcides Carvalho'/Instituto Agronômico - Cx. P. 28 - 13012-970 - Campinas - SP oliveiro@iac.sp.gov.br - wallace@iac.sp.gov.br

sendo raro o emprego de outros métodos de controle mais econômicos e seguros, como a utilização de genótipos resistentes ou o controle biológico. No entanto, deve-se destacar a grande variabilidade genética já identificada em *Coffea* para resistência a pragas, como o bicho-mineiro, ácaros, traças, nematoides e doenças fúngicas, como cercosporiose, ferrugem, entre outras (MEDINA FILHO et al., 2007). Acredita-se que análises pormenorizadas desse germoplasma podem contribuir de maneira significativa para a identificação de indivíduos resistentes com potencial de uso imediato, no controle genético da cochonilha-da-raiz.

Garcia (1991) avaliou a sensibilidade hospedeira das espécies *C. arabica*, cv. Caturra, *C. canephora* e *C. excelsa* (*C. liberica* var. dewevrei) à cochonilha-da-raiz. Segundo o autor, o número médio de insetos em *C. canephora* foi 95% inferior ao observado em *C. arabica*, e ainda mais reduzido em *C. excelsa* (98%), sugerindo que as espécies apresentam resistência genética à *D. texensis*.

Cafeeiros da seleção Apoatã IAC 2258 de *C. canephora*, resistente a *Meloidogyne* spp. utilizados como porta-enxerto de cultivares de *C. arabica*, em lavouras da Alta Paulista e Alta Mogiana no Estado de São Paulo, têm sido frequentemente infestados pela cochonilha-da-raiz (SANTA-CECÍLIA et al., 2007), agravando o problema dos cafeicultores dessas regiões. Sabe-se que *C. canephora* é uma espécie diplóide e alógama (MENDES, 1949), com sistema de incompatibilidade do tipo gametofítico que impede a autofecundação de indivíduos com o mesmo genótipo, possibilitando grande variabilidade para diversas características (CONAGIN; MENDES, 1961), inclusive para resistência à patógenos.

Objetivou-se, no presente trabalho, a avaliação prévia da resistência de clones de *C. canephora* à cochonilha-da-raiz, *D. texensis*, sabendo-se que esses já apresentam resistência a nematoides do gênero *Meloidogyne*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta e criação dos insetos

Os insetos foram coletados em raízes de cafeeiros localizados em Campinas, SP, sendo a identificação da espécie de cochonilha realizada no Laboratório de Controle Biológico de Pragas da EPAMIG-URESM- EcoCentro, Lavras, MG.

Abóboras 'Tetsukabuto' (*Cucurbita maxima x C. moschata*) foram utilizadas como substrato para criação massal das cochonilhas, de acordo com método utilizado por Alves et al. (2009). Os frutos infestados foram mantidos em laboratório, ao abrigo de luz no interior de caixas plásticas pretas, em temperaturas próximas a 25 °C e umidade relativa próxima a 70%.

2.2. Produção e enraizamento de mudas clonais

Mudas clonais das matrizes selecionadas em campo para resistência a nematoides do gênero *Meloidogyne* foram produzidas a partir de segmentos de ramos ortotrópicos, segundo Fonseca et al. (2007).

Com aproximadamente 120 dias, as mudas clonais foram transplantadas para vasos plásticos de 1,7 L, preenchidos com a mistura de terra (2/3) e areia (1/3) onde permaneceram por mais 6 a 7 meses, para melhor desenvolvimento do sistema radicular, condição essencial para o desenvolvimento dos insetos. Mudas com 4 a 5 pares de folhas, com cerca de 10 a 12 meses de idade foram utilizadas no experimento.

2.3. Infestação das mudas

A infestação foi realizada pelo método de Alves et al. (2009) adaptado, no qual discos de abóboras infestadas oriundas da criação massal foram recortados, utilizando-se para isso um vazador de rolhas. Os discos apresentavam-se recobertos com ninfas de segundo e terceiro instar, assim como fêmeas adultas de aproximadamente 50 dias. A infestação foi realizada, depositando-se um disco de abóbora, de 2,5 cm de diâmetro com média de 60 insetos, no colo de cada uma das mudas. Aos 30 e 60 dias, após a primeira infestação, foram realizadas reinfestações, seguindo o método descrito anteriormente, a fim de garantir o estabelecimento e a manutenção da população de cochonilhas em cada vaso. Para evitar contaminação fúngica e acelerar a migração dos insetos para as plantas, utilizaram-se discos bem delgados, de 1 cm de espessura, desprovidos do mesocarpo dos frutos. Durante três dias, a irrigação foi reduzida para facilitar a migração dos insetos e consequente infestação das plantas.

2.4. Avaliação dos clones em casa de vegetação

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro Experimental Central do IAC, Fazenda Santa Elisa, em Campinas, SP.

Os clones de *C. canephora* IAC 5, EH 5, EH 7, resistentes à *M. exigua* e *M. paranaensis* e *M. incognita*, e os clones EH 101, EH 168, EH 199 e EH 298, resistentes à *M. exigua* e *M. paranaensis* (Tabela 1), foram selecionados para a avaliação da infestação pela cochonilha *D. texensis*. A cultivar Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* foi utilizada como controle suscetível. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis repetições e parcelas constituídas de uma planta. As avaliações foram realizadas aos 65 e 127 dias após a primeira infestação (DAI), procurando-se acessar os dados sobre reprodução dos insetos, nesses períodos que correspondem teoricamente à ocorrência da primeira e segunda gerações de *D. texensis*, sabendo-se que o ciclo vital da espécie varia de 50 a 60 dias, em condições ótimas de temperatura e umidade (NAKANO, 1972).

O nível de enraizamento dos clones foi avaliado por meio de escala de 1 a 10 pontos atribuídos visualmente à quantidade de raiz aparente em todo o perímetro do torrão, sendo 1 à ausência completa de raízes aparentes no torrão e 10 ao revestimento externo quase completo do substrato. Essa variável foi avaliada a fim de correlacioná-la com o número de insetos presentes no sistema radicular dos clones, partindo-se da hipótese de que maior quantidade de raiz poderia permitir maior disponibilidade de alimento para os insetos, e assim, melhores condições de desenvolvimento, reprodução e consequentemente de colonização das raízes.

A contagem do número total de insetos (NI) nos clones foi realizada no perímetro externo do torrão aos 65 e 127 DAI, contabilizando fêmeas adultas e ninfas de segundo e terceiro instar, e no interior do torrão aos 127 DAI, por tratar-se de uma avaliação destrutiva. Os clones foram ainda avaliados quanto às classes de infestação (CI), mediante adaptação de método desenvolvido por Viladerbo e Guérout (1966) utilizado em avaliações do nível de infestação da espécie *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), a cochonilha-do-abacaxi.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste t, a 5% de probabilidade. O enraizamento das estacas e as classes de infestação (CI) foram analisados através do teste não paramétrico Mann-Whitney, comparando-se a média de cada um dos clones de *C. canephora* com a média da testemunha suscetível Obatã IAC 1669-20.

TABELA 1 – Descrição dos clones de *Coffea canephora* resistentes a diferentes espécies do gênero *Meloidogyn e* selecionados para testes de resistência à *Dysmicoccus texensis*.

Clones	**Espécie / Cultivar**	**Reação de Resistência à *Meloidogyne* spp**			
		Me	**Mp**	**MiI_1**	**MiI_2**
IAC 5	*C. canephora* cv. Kouilou IAC 68-5	+	+	+	+
EH 5	*C. canephora* cv. Apoatã IAC 2258	+	+	+	+
EH 7	*C. canephora* cv. Apoatã IAC 2258	+	+	+	+
EH 101	*C. canephora* cv. Robusta IAC 2291	+	+	nd	nd
EH 168	*C. canephora* cv. Robusta IAC 2291	+	+	nd	nd
EH 199	*C. canephora* cv. Apoatã IAC 2258	+	+	nd	nd
EH 298	*C. canephora* cv. Apoatã IAC 2258	+	+	nd	nd
Obatã IAC1669-20	*C. arabica* cv. Obatã	-	-	-	-

*EH = Clones selecionados em Herculândia (SP); nd = Não determinado; + = resistente; - = suscetível;
Me = *Meloidogyne exigua*, Mp = *Meloidogyne paranaensis*, MiI_1= *Meloidogyne incognita* fenótipo isoenzimático de esterase I1; MiI_2 = *M. incognita* fenótipo isoenzimático de esterase I2.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação realizada aos 65 dias após a primeira infestação, todos os clones de *C. canephora* apresentaram níveis similares de enraizamento (Tabela 2) com médias variando entre 5,5 (EH 5) e 6,33 pontos (EH 7, EH 101, EH 168 e EH 298), estatisticamente superiores à cultivar Obatã IAC 1669-20 de *C. arabica* (Tabela 2).

O número total de insetos (NI) e a respectiva classe de infestação (CI) foram superiores na segunda avaliação (Tabela 3).

Aos 127 DAI, os menores valores das variáveis NI e CI foram observados nos clones IAC EH 7 e EH 101, sendo considerados promissores para avanço em testes de seleção para resistência à cochonilha-da-raiz, *D. texensis*, especialmente pela manutenção do desempenho observado na primeira avaliação. Os clones IAC 5, EH 5 e EH 199 não diferiram estatisticamente dos clones EH 7 e EH 101, apesar de apresentarem maiores médias de NI. O clone EH 168 e a cultivar Obatã IAC 1669-20 apresentaram as maiores médias, indicando sua boa eficiência como controles suscetíveis.

As diferenças observadas entre as médias dos tratamentos para a variável CI aos 65 DAI apesar de pouco expressivas, permitiram diferenciar estatisticamente a testemunha Obatã IAC 1669-20 dos clones de *C. canephora* que apresentaram médias inferiores à do controle. O mesmo ocorreu aos 127 DAI, em que somente o clone EH 168 apresentou média de CI estatisticamente superior à da testemunha.

As variáveis número de insetos (NI) e classe de infestação (CI) não apresentaram correlação significativa com o nível de enraizamento das plantas. Possivelmente, a resistência ou suscetibilidade de cafeeiros à cochonilha-da-raiz estejam relacionadas à produção de metabólitos secundários, ou à composição nutricional da planta hospedeira, como sugerido por Garcia (1991), e não ao desenvolvimento vegetativo das plantas. Le Rü et al. (1995) chegaram a conclusões semelhantes em trabalho realizado com a cochonilha-da-mandioca *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae). Os autores verificaram que os insetos, pertencentes à mesma família que *D. texensis*, possuem sistema sensorial bem diversificado na extremidade do lábio, que lhes permite obter informações de natureza química e física das folhas, essenciais para o reconhecimento e escolha do hospedeiro.

Os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que apesar dos níveis mais elevados de infestação em clones como EH 298, derivado da seleção Apoatã IAC 2258, níveis reduzidos de multiplicação da praga foram observados em outros clones da mesma seleção como EH7 e EH 5. Variabilidade de resposta também foi observada em relação a clones derivados da seleção IAC 2291 da

TABELA 2 – Nível de enraizamento de mudas clonais de cafeeiros das espécies *Coffea canephora* e *Coffea arabica*.

Tratamentos	Nível de enraizamento	
	65 DAI	127 DAI
	Pontos (P*)	
IAC 5	6,17 (0,001)	7,16 (0,350)
EH 5	5,50 (0,197)	7,83 (0,409)
EH 7	6,33 (0,001)	7,00 (0,197)
EH 101	6,33 (0,013)	7,83 (0,294)
EH 168	6,33 (0,032)	8,00 (0,294)
EH 199	5,83 (0,032)	6,83 (0,350)
EH 298	6,33 (0,013)	8,16 (0,155)
Obatã IAC 1669-20	4,67	6,66

*P = probabilidade calculada pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney para o nível de enraizamento avaliado em escala de 1 a 10 pontos. DAI = Dias após a primeira infestação dos clones.

cultivar Robusta de *C. canephora*, sendo maior o número de insetos em raízes do clone EH 168, em relação ao clone EH 101.

Reduzido número de insetos foi observado nos tratamentos avaliados comparado aos experimentos de Garcia (1991), nos quais, em média 2951 insetos foram observados em *C. arabica* cv. Caturra e 186 em *C. canephora*, em cafeeiros infestados aos 20 meses de idade e avaliados 120 dias após a infestação com seis fêmeas.

Níveis de infestação de cafeeiros por *D. texensis* mais próximos aos obtidos no presente trabalho, foram observados por Alves et al. (2009), em testes de eficiência do uso de nematoides entomopatogênicos no controle da cochonilha-da-raiz. Os autores utilizaram mudas de *C. arabica* cultivar Mundo Novo com 12 meses de idade e aplicaram os tratamentos 60 dias após a infestação por *D. texensis*, observando 17 ± 4 insetos nas testemunhas. Os resultados de Alves et al. (2009), assim como os aqui apresentados, foram obtidos com a colonização de mudas mais jovens e em casa de vegetação sem um rigoroso controle de temperatura, luminosidade e umidade, fatores que podem ter interferido diretamente no ciclo biológico dos insetos.

Resultados semelhantes, no que concerne ao tamanho da população de cochonilhas, foram observados em experimentos relacionados à resistência do algodoeiro e da videira às cochonilhas *Planococcus minor* (Maskell) e *Eurhizococcus brasiliensis* (Hempel), respectivamente (BOTTON; COLLETA, 2010; SILVA et al., 2007), sendo que, em ambos os casos, os autores puderam agrupar hospedeiros resistentes e suscetíveis em diferentes classes.

Uma das possíveis causas do reduzido tamanho populacional de cocholilhas em nosso experimento pode estar relacionada à idade das plantas avaliadas. Em mudas de aproximadamente 12 meses, usadas no presente trabalho e na pesquisa conduzida por Alves et al. (2009), o número de insetos foi menor do que em mudas mais velhas, com 20 meses, avaliadas por Garcia (1991). Essa hipótese parece razoável se levarmos ainda em consideração o maior nível de infestação observado em plantas adultas, no campo (ALVES et al., 2009; SOUZA et al., 2007). É possível também que a interação com o inseto praga seja influenciada pela natureza genética e morfoanatômica da planta hospedeira. Em nossos experimentos, as mudas utilizadas foram obtidas a partir da propagação vegetativa de cafeeiros selecionados da espécie *C. canephora*, enquanto Alves et al. (2009) e Garcia (1991) avaliaram plantas obtidas por sementes. Como se sabe, raízes de mudas de cultivares de *C. arabica* obtidas por estaquia de ramos ortotrópicos apresentam tecidos mais espessos e, segundo Jesus et al. (2006), têm maior número de raízes pivotantes e maior peso de matéria seca.

TABELA 3 – Número total de cochonilhas-da-raiz *Dysmicoccus texensis* (NI) e classes de infestação (CI), avaliados em mudas clonais de cafeeiros das espécies *Coffea canephora* e *Coffea arabica.*

Tratamentos	NI		CI (P*)	
	65 DAI	127 DAI	65 DAI	127 DAI
IAC 5	0,33 a	2,00 a	0,16 (0,004)	1,16 (0,013)
EH 5	0,50 a	2,16 a	0,50 (0,013)	1,00 (0,004)
EH 7	0,00 a	0,83 a	0,00 (0,001)	0,50 (0,013)
EH 101	0,00 a	1,33 a	0,00 (0,001)	0,66 (0,004)
EH 168	0,16 a	10,33 c	0,33 (0,004)	2,00 (0,032)
EH 199	0,50 ab	2,00 a	1,00 (0,066)	1,33 (0,013)
EH 298	0,16 a	4,66 ab	0,33 (0,004)	1,50 (0,066)
Obatã IAC 1669-20	1,33 b	8,83 bc	1,33	1,83
CV(%)	33,0	52,3		

Médias de tratamentos seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade. A variável NI foram transformados em "(x+0,5); *P = probabilidade calculada pelo teste de Mann-Whitney; DAI = Dias após a primeira infestação dos clones.

4 CONCLUSÕES

Os clones IAC 5, EH 5, EH 7, EH 101 e EH 199 de *C. canephora*, resistentes a nematoides do gênero *Meloidogyne* foram considerados promissores para seleção de porta-enxertos resistentes à *D. texensis*, sugerindo a possibilidade de reunir, nos mesmos, resistência múltipla aos dois agentes bióticos.

O clone EH 168 não deve ser selecionado para continuidade dos estudos sobre resistência múltipla a *D. texensis* e *Meloidogyne* spp., mas pode ser utilizado como controle suscetível de *C. canephora* em novos experimentos, uma vez que apresentou nível de infestação semelhante ao observado na testemunha.

Os resultados obtidos evidenciam a existência de variabilidade em *C. canephora* quanto à colonização de *D. texensis*, nas raízes das plantas.

5 AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo auxílio financeiro (Processo 2008/52517-9). À Dra. Lenira Viana Costa Santa-Cecília e ao Dr. Ernesto Prado pela identificação dos insetos e à Dra. Viviane Sandra Alves.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. S. et al. Testes em condições para o controle de D*ysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera, Pseudococcidae) em cafeeiro com nematoides entomopatogênicos do gênero *Heterorhabditis* (Rhabditida, Heterorhabditidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, p. 139-143, 2009.

BOTTON, M.; COLLETA, V. D. Avaliação da resistência de cultivares de *Vitis rotundifolia* à pérola-da-terra (Hemiptera: Margarodidae) na região sul do Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 213-216, 2010.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas em três espécies de *Coffea*. Autoincompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 787-804, 1961.

FONSECA, A. F. A. et al. Jardins clonais, produção de sementes e mudas. In: FERRÃO, R. G. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. p. 229-255.

FORNAZIER, M. J.; LIMA, G. C.; ROCHA, A. C. Incidência da cochonilha das raízes, *Dysmicoccus texensis* (Hempel, 1918) em café arábica na região de montanhas do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Rio de Janeiro: PROCAFÉ, 2000. p. 163.

GARCIA, A. **Les pseudococcidae déprédatrices des racines de caféier (*Coffea arabica)* au Guatemala:** cas particulier de *Dysmicoccus cryptus* (Hempel, 1918). 1991. 123 f. Tesis (Doctorat en Entomologie Appliquée) - Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 1991.

JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; SOARES, A. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de *Coffea arabica* L. obtidas por estaquia e por sementes. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 14-20, 2006.

LE RÜ, B. et al. Ultrastructure of sensory receptors on the labium of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero. **Entomologia Experimentalis et Applicatta**, Dordrecht, v. 77, n. 1, p. 31-36, 1995.

MEDINA FILHO, H. P. et al. Breeding of Arabica Coffee at IAC, Brazil: objectives, problems, and prospects. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 745, p. 393-408, 2007.

MENDES, C. H. T. Introdução ao estudo da auto-esterilidade no gênero *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v. 9, p. 35-41, 1949.

NAKANO, O. **Estudo da cochonilha-da-raiz do cafeeiro Dysmicoccus cryptus** (Hempel, 1918) comb. n. (Homoptera - Pseudococcidae), 1972, 128. Tese (Livre Docência em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

SANTA-CECÍLIA, L. V. et al. **Cochonilhas-farinhentas em cafeeiros:** bioecologia, danos e métodos de controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 37 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 79).

_____. **Novas constatações da cochonilha-da-raiz *Dysmicoccus texensis* em lavouras de café no Sul de Minas, em Minas Gerais**. Lavras: EPAMIG, 2000. 2 p. (EPAMIG. Circular Técnica, 130).

_____. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas-farinhentas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 333-334, 2002.

SILVA, T. B. M. et al. Resistência de acessos de algodoeiro oriundos do banco de germoplasma da Embrapa Algodão à Planococcus minor Maskell (Hemiptera: Pseudoccocidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2007. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba6/trabalhos/Entomologia/Trabalho%20E71.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2010.

SOUZA, B. et al. Cochonilhas-farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, p. 104-107, 2008.

SOUZA, J. C. et al. **Cochonilha-da-raiz do cafeeiro:** aspectos biológicos, dano e controle. Lavras: EPAMIG, 2001. 4 p. (EPAMIG. Circular Técnica, 136).

_____.Controle químico da cochonilha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900) em cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, p. 29-37, 2007.

VILADERBO, A.; GUÉROUT, R. Tests insecticides avec *Dysmicoccus brevipes*, CK 1, cochonille farineuse de l'ananas: I., tecnique de test de laboratoire et recherche d'une expression du degré d'infestation, base du critère d'efficacité d'essais de plein champ. **Fruits**, Paris, v. 21, p. 5-11, 1966.

COFFEES AND INDUSTRIAL BLENDS AROMA PROFILE DISCRIMINATION ACCORDING TO THE CHROMATIC VALUE

Carla Isabel Igreja Rodrigues[1], Cristina Máguas Hanson[2], José Manuel Florêncio Nogueira[3]

(Recebido: 4 de outubro de 2010; aceito 5 de janeiro de 2012)

ABSTRACT: Different polymeric phases have been used in order to perform roasted coffee aroma analysis although not in a systematic way. Variations in the type of SPME polymer and sample composition make experimental results interpretation difficult and may hinder coffee blend differentiation. In the present work, static headspace solid phase microextraction using carboxen/ polydimethylsiloxane polymeric fibre (HS-SPME(CAR/PDMS)) followed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), revealed the best analytical performance to characterize the aroma profile of coffees and industrial blends with different chromatic values (64.9, 70.6, 75.3, 86.1 and 89.6). The most relevant classes of aroma compounds founded were pyrroles, ketones, pyrazines, furans, phenolics, pyridines, alcohols and acids, independent of the degree of roasting. By combining the analytical methodology with principal component analysis (HS-SPME (CAR/PDMS)/GC-MS/PCA), important aroma compounds such as 2-furancarboxaldehyde, 2-furanmethanol and acetic acid, allows to discriminate the different degrees of roasting, from light (chromatic value 89.6) to dark (chromatic value 64.9) roast. The proposed analytical approach may help to build aroma profile databases to allow a better evaluation of coffee blend quality, and in controlling the industrial roasting processes.

Index terms: Roasting degree; chromatic value; carboxen polydimethylsiloxane polymeric fibre, gas chromatography, mass spectrometry.

DISCRIMINAÇÃO DO PERFIL AROMÁTICO DE CAFÉS E MISTURAS INDUSTRIAIS DE ACORDO COM O VALOR CROMÁTICO

RESUMO: *Diferentes fases poliméricas têm sido utilizadas, a fim de realizar-se a análise do aroma do café torrado, embora isso não tenha sido feito de forma sistemática. Variações no tipo de polímero de SPME, bem como na composição da amostra tornam a interpretação dos resultados experimentais difícil o que pode inclusive interferir em tentativas de diferenciação de diferentes misturas de café. No presente trabalho, a microextração de fase sólida para análise estática de "espaço-de-cabeça", utilizando o polímero carboxen/polidimetilsiloxano (HS-SPME (CAR/PDMS)), associada a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC-MS), revelou o melhor desempenho analítico na caracterização do perfil aromático de cafés e misturas industriais, com diferentes valores cromáticos (64,9, 70,6, 75,3, 86,1 e 89,6). As classes de compostos aromáticos mais importantes identificadas nos cafés foram: pirróis, cetonas, pirazinas, furanos, fenóis, piridinas, álcoois e ácidos, independentemente do grau de torra. Ao combinar a metodologia analítica com a análise de componentes principais (HS-SPME (CAR/PDMS)/GC-MS/PCA), verificou-se que os compostos aromáticos furancarboxaldeído, 2-furanmethanol e ácido acético permitem discriminar os diferentes graus de torrefação. A abordagem proposta neste estudo pode ajudar a construir bases de dados de perfis aromáticos de uma maneira mais robusta, permitindo uma melhor avaliação da qualidade de misturas de café e melhor controle do processo industrial de torração.*

Termos para indexação: *Grau de torra, valor cromático, polímero carboxen polidimetilsiloxano, cromatografia gasosa, espectrometria de massa.*

1 INTRODUCTION

Commercial available roasted coffees derive from two species, *i.e. Coffea arabica* and *Coffea canephora* that are cultivated in all continents except Europe. Usually, consumers buy coffee blends composed by a mixing of these two species of coffee. Different mixtures originate different blends whose aroma and flavour can be quite distinct and exquisite (MENDES et al., 2001).

Arabica coffee is usually used in blends for the aroma effect whereas robusta is used for taste and body (CORREIA, 1990). Nevertheless, if the type of coffee is an important factor determining blend

[1]Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/F.C.U.L. - Edificio C2 - Sala 2.1.16 - Campo Grande - 1749-016 - Lisboa - Portugal - cirodrigues@fc.ul.pt
[2]Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/F.C.U.L - Edificio C2 - Sala 2.1.16 - Centro de Biologia Ambiental - Departamento de Biologia Vegetal - Campo Grande - 1749-016 - Lisboa – Portugal cmhanson@fc.ul.pt
[3]Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/F.C.U.L - Edificio C2 - Sala 2.1.16 - Centro de Química e Bioquímica - Departamento de Química - Campo Grande -1749-016 - Lisboa - Portugal nogueira@fc.ul.pt

quality, other characteristics such as origin and roasting conditions may also affect the final product quality. To obtain a good cup of coffee, roasting is a very important step in order to develop specific organoleptic properties, *i.e.* flavour, aroma and colour (HERNANDÉZ et al., 2007). During this process, pyrolitic reactions take place leading to the formation of volatile and semi-volatile aroma compounds responsible for the sensory qualities of roasted coffee (GROSCH, 2001; HERNANDÉZ et al., 2007). Therefore, roasting temperature affects the volatiles profile by favouring different reactions and product removal pathways at different processing conditions (FRANCA et al., 2009). Industrially, the degree of roast is evaluated by measuring roasted ground beans light reflectance and by visual inspection of the colour of the beans. The value obtained by light reflectance is often designated as the "chromatic value" of the roasted coffee, as it is related to the degree of roast and ultimately with the final colour of the roasted beans (MENDOZA; DEJMEK; AGUILERA, 2006).

The offer of commercial *gourmet* blends has increased largely over the last years since the greater quality of these products demands a higher degree of quality control. There is a major concern in maintaining the aroma characteristics of those blends over time. To manage this, coffee industry has to rely on analytical methods that are reproducible and more efficient on general aroma compounds profile determination. Solid-phase microextraction in the static headspace mode combined with gas chromatography coupled to mass spectrometry (HS-SPME/GC-MS) has been largely accepted for the determination of aroma compounds in many food stuffs such as fruits (FERREIRA; PERESTRELO; CÂMARA, 2009), beverages (ALVES; NASCIMENTO; NOGUEIRA, 2005; CÂMARA et al., 2007), sauces (HARMON, 2002) and coffee (AKIYAMA et al., 2005; AKIYAMA; IWABUCHI; TANAKA, 2003; ROBERTS; POLLIEN; MILO, 2000; ROCHA et al., 2003; SANZ et al., 2001). HS-SPME is a reproducible and precise methodology although the optimization concerning the selection of the most suitable fibre coating polarity as well as the most important experimental parameters, which are known to influence the sampling performance of the system under study are required (PAWLISZYN, 1997).

In the case of HS-SPME application on roasted coffee samples, several methodologies are reported in literature that demonstrate the best conditions for the enrichment of the aroma compounds (AKIYAMA et al., 2005; AKIYAMA; IWABUCHI; TANAKA, 2003; FRANCA et al., 2009; ROBERTS; POLLIEN; MILO, 2000; ROCHA et al., 2003; SANZ et al., 2001). Important coffee aroma compounds have been identified by the former authors by applying this methodology, *e.g.* pyridine, the pyrazines 2-methylpyrazine, 2,5-dimethylpyrazine, 2,6-dimethylpyrazine, 2-ethyl-6-methylpyrazine and 2-ethyl-5-methylpyrazine, the furans 2-furancarboxaldehyde, 2-furanmethanol and 5-methyl-furfural, the phenolics 2-methoxyphenol (guaiacol), 2-methoxy-4-vinylphenol (vinylguaicol) and 4-ethyl-2-methoxyphenol, the pyrroles 1H-pyrrole-2-carboxaldehyde and 1-(1-H-pyrrol-2-il)-ethanone, as well as maltol and acetic acid. Nonetheless, few studies have showed how SPME fibres performance may change with the degree of roast and which fibre is more convenient to evaluate the aroma independently of the roasting degree.

Recently, Franca et al. (2009) have introduced this concept by assaying at laboratory scale a preliminary evaluation of the effect of roasting temperature on coffee aroma compounds using the HS/GC-MS approach. However, the aroma compounds of roasted coffee obtained at an industrial quality control laboratory, according to in-house quality control methods, were never characterized in relation to different chromatic values.

The aim of this work was to develop a methodology adapted to quality control on different chromatic values of coffee and blends at industrial laboratories in order to promote the aroma profile characterization and differentiation. The discrimination of the aroma compounds found at different roasting levels has been evaluated through Kruskal-Wallis one-way analysis of variance and multivariate data analysis.

2 EXPERIMENTAL

2.1. Samples

Different roasting bean colour samples were prepared with commercial arabica Brazilian green coffee (crude) (crop 2005-2006) at Novadelta S.A. industrial installation (Campo Maior, Portugal). The

green coffee was roasted in Novadelta's quality control laboratory using a Probat (Germany) roaster and each degree of roast was prepared with 300 g of green coffee. The roaster was allowed to cool between the different roasts. The chromatic values of grinded roasted coffee samples were determined using a Colour Reflectance Meter (Dr. Lange, Germany). The in-house chromatic values practice for the coffee analysed was from 73 to 83.

The aroma profiles achieved in the roasted samples characterized by chromatic values were 64.9 (dark roast), 70.6, 75.3, 86.9 and 89.6 (light roast). Dr. Lange chromatic values are lower when roasting is heavier and higher for lighter roasting degrees (GONZÁLEZ-MIRET et al., 2007). The roasting degrees and experimental roasting conditions are summarized in Table 1. One batch for each treatment was obtained. Samples were grinded in an industrial grinder at a degree of grinding 13 (Mahlkoning, Germany) at Novadelta and immediately transferred to 20 mL vials for transportation and kept at -20 ºC until analysis.

2.2. HS-SPME assays

A manual SPME device and fibres coated with polydimethylsiloxane (PDMS; 100 mm), Carboxen-PDMS (CAR/PDMS; 75 mm) and PDMS-divinylbenzene (PDMS/DVB; 65 mm) polymeric phases were supplied from Supelco Inc. (Bellefonte, PA, USA). Two grams of grounded coffee sample were placed into 20 mL vials sealed with caps having PTFE-faced silicone septa (Supelco) using a manual crimper and placed in a water bath maintained at 60 ºC. For sampling, the SPME fibre was inserted into the HS during 60 min at 60 ºC, according to other authors (CHEN et al., 2007; ROCHA et al., 2003; ZAMBONIN et al., 2005). Subsequently, the SPME device was introduced in the injector port for GC-MS analysis and was allowed to remain in the inlet for 10 minutes. Blank runs using empty vials instead of sample were done in order to control for possible memory effects.

2.3. GC-MS analysis

GC-MS analysis was performed on an Agilent 6890 series gas chromatograph interfaced to an Agilent 5973 *N* mass selective detector (Agilent Technologies, Little Falls, DE, USA). A vaporization injector was used in the splitless mode (2 min) at 270 ºC using a fused silica capillary column, 30 m ´ 0.32 mm ID 0.25 mm film thickness (HP-5MS; 5% diphenyl 95% dimethyl polydimethylsiloxane, Agilent Technologies). The oven temperature program was 40 ºC for 1 min, 40-150 ºC at 3 ºC/min, 150 ºC for 15 min, 150-250 ºC at 5 ºC/min and 250 ºC for 5 min according to Zambonin et al. (2005). Helium was used as carrier gas at 35 cm sec^{-1}. Electron ionisation mass spectra in the range 40-400 Da was recorded at 70 eV. The quadrupole, source and transfer line temperatures were maintained at 150, 230 and 280 ºC, respectively, and a turbo molecular pump (10^{-5} torr) was used. All data were recorded using a MS ChemStation (G1701CA; Rev C.00.00; Agilent Technologies). Volatile compounds were tentatively identified by comparing their mass spectra with the Wiley´s library spectral data bank (G1035B; Rev D.02.00; Agilent Technologies) and retention index (RI) using C_{10}-C_{24} *n*-alkanes, as well as by comparison with Adams database (ADAMS, 2001). All samples having different chromatic values were analysed in triplicate by HS-SPME. For semi-quantification purposes, the average of abundances (n=3) of each identified compound was accepted whenever the standard deviation was lower than 5 %.

TABLE 1 – Experimental roasting conditions for different chromatic values.

Chromatic value	Roasting final temperature (ºC)	Roasting time (min)
89.6	175	8.8
86.1	185	9.5
75.3	190	10.0
70.6	190	10.5
64.9	195	11.0

2.4. Statistic analysis

Kruskal-Wallis one-way analysis of variance was performed according to VassarStats (Vassar College, USA). For principal component analysis (PCA), the average abundances of the aroma compounds obtained by HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS assays were standardized and used as variables for object description (chromatic values), and performed with Statistica 8.0 software (Statsoft, USA).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Aroma characterization according to the chromatic values

From the onset, SPME fibers were selected according to the best response to the volatile aroma compounds expected to be found in the HS of roasted coffee samples. In a first approach, the PDMS fiber was found to present good sensitivity and stability among the set of the tested fibers, namely under repeated assays. Nevertheless, since aroma compounds in roasted coffee also include targets with a great prominence of polar characteristics, other fibres such as CAR/PDMS and PDMS/DVB were also tested. Therefore, to select the best polymeric coating, HS-SPME assays on arabica coffee samples from Brazil were carried out under a temperature of 60 ºC for 60 minutes (ROCHA et al., 2003; SANZ et al., 2001). Figure 1 shows the main differences on the average abundances of several chemical classes observed by using three fibre types (PDMS/DVB (a), PDMS (b) and CAR/PDMS (c)) obtained by HS-SPME/GC-MS analysis on roasting coffee samples having different chromatic values.

From the obtained data it is possible to observe that the HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS assays show a much higher average of abundances in what relates to pyrazines, furans, pyridines, acids and ketones (Figure 1.c), the most relevant classes of aroma compounds usually founded in roasted coffee aroma. The statistical comparisons in between the abundances variance obtained by each fiber for the different chromatic value were performed through *F*-test in order to evaluate if it was possible to apply the parametric single-factor ANOVA. Nevertheless, this was not possible as there was no difference between variances (BRÖHAN et al., 2009). As a

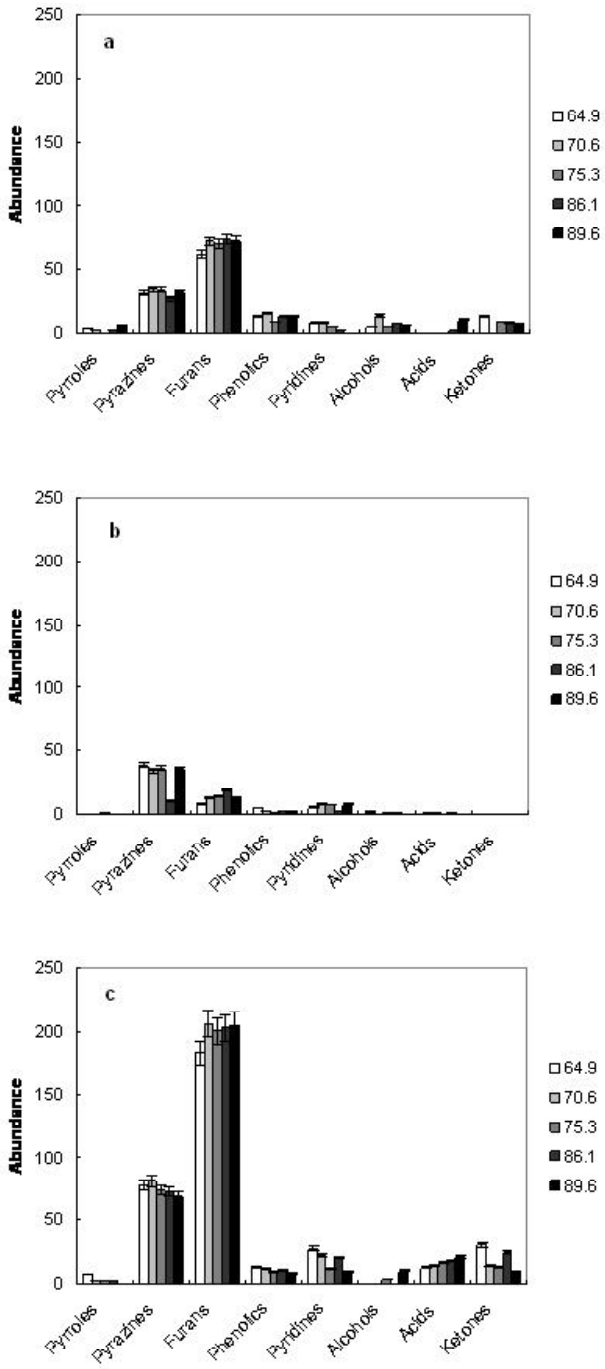


FIGURE 1 – Average abundances ($\times 10^7$) of chemical classes of aroma compounds obtained by HS-SPME/GC-MS using PDMS/DVB (a), PDMS (b) and CAR/PDMS (c) fibres on roasting coffee samples having different chromatic values.

consequence, the one-way comparison of abundances variance was done through the Kruskal-Wallis test for the most relevant chemical classes corresponding to each chromatic value, *i.e.* pyrazines, furans, pyridines, acids and ketones (Figure 1). Therefore, for the different chromatic levels assayed, the abundances difference among the three fibres tested were quite significant ($p < 0.05$) and we can prove that CAR/PDMS fiber is the most effective, under similar experimental conditions. Pyridines were identified by Franca et al. (2009), as being characteristic of samples submitted to a dark roast; similarly, these compounds had a higher influence on our sample discrimination, as it will be shown in the subsequent multivariate data analysis. Equivalent results were also obtained by other authors (AKIYAMA; IWABUCHI; TANAKA, 2003), where CAR/PDMS fibre showed much better response for compounds such as 2-methylfuran, 2- and 3-methylbutanals, 1-methyl-1H-pyrrole and 1H-pyrrole, although with lower level of 2-methoxyphenol, 4-ethenyl-2-methoxyphenol and 4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(*2H)*-furanone, in relation to the other two fibre types (PDMS and PDMS/DVB). These authors also state that PDMS is the fibre coating with the lowest sensitivity to analyse typical aroma compounds from coffee matrices, which is also agreement with our data. Table 2 summarizes the aroma compounds and the average composition founded by HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS methodology in Brazilian roasted coffee samples having different chromatic values.

The volatile fraction of roasted coffee can be grouped in the following chemical classes, namely, pyrroles, ketones, pyrazines, furans, phenolics, pyridines, alcohols and acids, where the compounds achieved in the HS had already been reported in the literature (AKIYAMA et al., 2005; AKIYAMA; IWABUCHI; TANAKA, 2003; AMASTALDEN; LEITE; MENEZES, 2001; BICCHI et al., 1997; BUFFO; CARDELLI-FREIRE, 2004; GONZÁLEZ-RIOS et al., 2007; GROSCH, 2001; HUANG et al., 2007; ISHIKAWA et al., 2004; ROCHA et al., 2003; SANZ et al., 2001; YERETZIAN et al., 2002; ZAMBONIN et al., 2005), which are known to coming from the Maillard reactions and Strecker's degradations. The flavour development during roasting depends on the time-temperature processing in which the beans are conditioned (YERETZIAN et al., 2002). Thus, a chromatic value of 64.9 showed lower peak abundance for furans that are usually associated with caramel and spicy sensory notes (AKIYAMA; IWABUCHI; TANAKA, 2003; BERLITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; CZERNY; MAYER; GROSCH, 1999). In the case of coffee with a chromatic value of 89.6 (the lightest roast degree studied), pyrazines, ketones, pyridine and phenolics appeared in lower abundance (Figure 1c). When the degree of roast is lighter some of these aroma compounds are not formed. For higher chromatic values, a lower level of these compounds, which are known to be formed in final roasting stages, combined with a higher abundance of organic acids usually produces a brew with accentuated acidity but with a very poor aroma. With a more intensive roast, pyrazines are formed and the well-known nutty-roast smell of roasted coffee will be developed (BERLITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004). The data obtained show that a different aroma profile will developed, depending on the time-temperature of the roasting process. So, the HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS analytical approach proved to have a good performance for the characterization of aroma profiles from coffee samples independently of the chromatic value they exhibit.

3.2. Profile discrimination of roasted coffees

As stated in the previous section, HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS methodology applied to coffee samples having different chromatic values, revealed different aroma profiles. From the data obtained (Table 2), the ANOVA (Kruskal-Wallis) test allowed to confirm the significance of these differences ($p < 0.005$) for the chemical classes of pyrroles, phenolics, pyridines and acids. Subsequently, PCA was performed to verify the discrimination in between different degrees of roast based on the average abundance of the aroma compounds obtained by the HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS assays.

Figure 2 depicts the PCA from the average abundances of 1H-pyrrole-2-carboxaldehyde, 2,5-dimethylpyrazine, 2-furancarboxaldehyde, 2-furanmethanol, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde, pyridine, 1,3-butanediol, maltol and acetic acid. All these compounds are known to play a key role in the discrimination of the final aroma of roasted coffee.

TABLE 2 – Aroma compounds and average composition found in Brazilian coffees with different chromatic values obtained by HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS.

		%[1]				
		Chromatic value				
Compound	RI[2]	**64.9**	**70.6**	**75.3**	**86.1**	**89.6**
Pyrroles						
1H-pyrrole-2-carboxaldehyde	1166	1.3				
1-(2-furanylmethyl)-1H-pyrrol	1162	1.0	0.8	0.7	0.8	
Total pyrroles		2.3	0.8	0.7	0.8	
Ketones						
1-(1H-pyrrol-2-yl)-ethanone	1047	3.6			2.8	2.8
3-hydroxy-2-methyl-4H-pyran-4-one	1094	5.6	4.1	4.0		
1-(6-methyl-2-pyrazinyl)-1-ethanone	1095				4.5	
Total ketones		9.1	4.1	4.0	7.3	2.8
Pyrazines						
2-methylpyrazine	813	5.4	5.8	5.4	5.5	
2,5-dimethylpyrazine	885	16.5	16.9	15.5	16.5	19.0
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1052	1.5	1.7	1.4		1.8
Total pyrazines		23.4	24.4	22.3	22.0	20.8
Furans						
2-furancarboxaldehyde	820	11.4	15.9	15.8	17.2	18.4
2-furanmethanol	848	20.3	19.8	20.5	18.9	18.4
5-methyl-2-furancarboxaldehyde	937	15.6	19.7	18.1	19.2	18.8
2-furanmethanol, acetate	966	8.0	6.9	6.0	6.0	6.2
Total furans		55.3	62.2	60.5	61.3	61.9
Phenolic compounds						
2-methoxyphenol	1063	2.4	2.2	1.5	1.8	1.9
4-ethyl-2-methoxyphenol	1264	0.5		0.4		
2-methoxy-4-vinylphenol	1300	1.1	1.2	1.1	1.5	0.6
Total phenolic compounds		4.0	3.4	2.9	3.3	2.5
Pyridines						
pyridine	772	8.3	6.7	3.4	6.2	2.7
Total pyridine		8.3	6.7	3.4	6.2	2.7

Continue...

TABLE 2 – Continuation....

				%[1]		
				Chromatic value		
Compound	RI[2]	**64.9**	**70.6**	**75.3**	**86.1**	**89.6**
Alcohols						
1,3-butanediol	801			1.2		
maltol	1094					3.0
Total alcohols				1.2		3.0
Acids						
acetic acid	744	3.8	4.4	4.9	5.3	6.3
Total acid		3.8	4.4	4.9	5.3	6.3

[1]Relative to the optimum chromatic value (75.3); [2]retention index relative to C_{10}-C_{24} *n*-alkenes.

The first two PCs presenting, respectively, eigenvalues of 5.36 and 2.23, which explain 77.9 % of the variability among the chromatic variance (Figure 2). An enough differentiation between the lightest and darkest degrees of roasting was obtained based on the first component, where the light roast (chromatic value 89.6) was negative and the dark roast (chromatic value 64.9) was positive. The variables that influenced PC1 were 2-furancarboxaldehyde, 2-furanmethanol and acetic acid. On the other hand, in the case of PC2, 1H-pyrrole-2-carboxaldehyde, 2,5-dimethylpyrazine and 1,3-butanediol seems to have the greater contribution. The chromatic value 75.3, *i.e.* the optimum roasting degree according to the industrial practice, presents an intermediate behaviour according to PC1 and discriminated from the other roasted samples in relation to PC2. A lower abundance of phenolics and pyridine (Table 2) seems to contribute for the discrimination between chromatic value 86.1 and the other roasted samples.

The above mentioned volatile constituents are relevant coffee aroma compounds produced at different stages of the roasting process. To obtain different chromatic values of the same coffee it is necessary to vary the time of the roasting process. In result, we obtain higher chromatic values rich in aroma compounds characteristic of the initial stages of roasting, and with lower concentration of compounds that would be produced it the later stages of the roasting process (*e.g.* pyridines). In the case of the lower chromatic values, the inverse is observed. According to Yeretzian et al. (2002), there are two distinct phases in the roasting process, initially starting with an endothermic drying phase followed by a second exothermic phase with massive formation of volatile compounds. During this stage, a strong change occurs in the aroma composition over time. This author's demonstrated a highest level of 'pyrrol' at dark and very dark degrees of roast, which may explain our data and the importance of this particular chemical class for the discrimination of chromatic values observed. In what relates to our highest chromatic value (89.6), corresponding to the lightest degree of roast, acids and alcohols played a major role discriminating those from other chromatic values. Several authors have also reported a higher abundance of compounds of these chemical families in arabica coffees when the roasting is lighter (RODRIGUES et al., 2007; YERETZIAN et al., 2002). This observation may explain the importance of the total abundance of these types of compounds in the discrimination of our highest chromatic values from all other roasting degree.

Our data shows that different coffees could be discriminated based on HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS/PCA methodology independently of the roasted degree, which may be used in roasted coffee routine quality control. It may help to build aroma profile databases to a better evaluation of coffee blends quality, development of high quality gourmet blends and in controlling the industrial roasting processes. The described methodology may eventually be applied to other foodstuff matrices in order to develop a narrower control of their production and quality at industry.

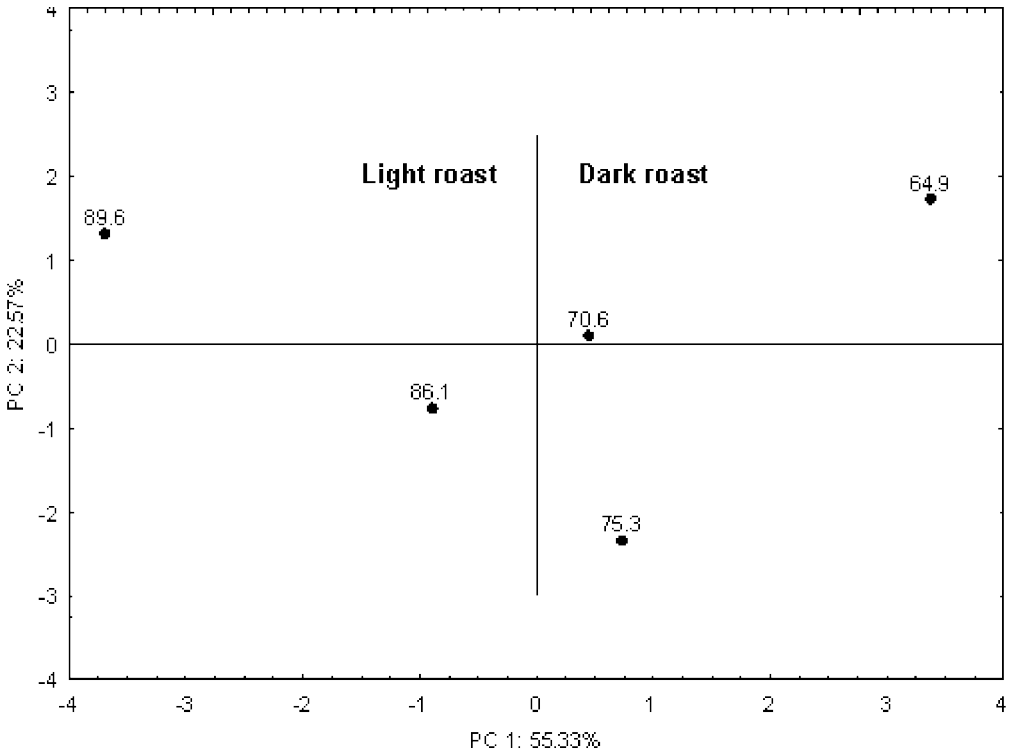


FIGURE 2 – PCA scores scatter plot of the sum of average abundances of the chemical classes from roasted coffees having different chromatic values, obtained by HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS analysis.

4 CONCLUSION

Carboxen polydimethylsiloxane polymeric fibre revealed the best analytical performance to characterize the aroma profile of coffees and industrial blends with different chromatic values by HS-SPME/GC-MS.

The most relevant classes of aroma compounds founded were pyrroles, ketones, pyrazines, furans, phenolics, pyridines, alcohols and acids, independently of the roasting degree.

When combining the analytical methodology with PCA (HS-SPME(CAR/PDMS)/GC-MS/PCA), the first two PCs presenting, respectively, eigenvalues of 5.36 and 2.23, explaining 77.9 % of the chromatic variance.

From the data obtained, important aroma compounds, *i.e.* 2-furancarboxaldehyde, 2-furanmethanol and acetic acid, discriminating the different chromatic values involved; from light (chromatic value 89.6) to dark (chromatic value 64.9) roast.

The proposed analytical approach may help to build aroma profile databases for a better evaluation of coffee blends quality, and in controlling the industrial roasting processes in food industry.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

Carla Rodrigues wish to thank *Fundação para a Ciência e a Tecnologia* for a grant (SFRH/BD/28354/2006) and Rosa Perestrelo for technical assistance. Authors wish to thank Marco Miranda and Miguel Ribeirinho from Novadelta, S.A. for supporting sample preparation at the roasting facility. This work was financed by ORITOCAFE research project, ADI Agency, Portugal and Novadelta, Comércio e Indústria de Cafés, S.A., Campo Maior, Portugal.

6 REFERENCES

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography quadropole mass spectrometry**. 3. ed. Carol Stream: Allured, 2001.

AKIYAMA, M.; IWABUCHI, H.; TANAKA, K. Analysis of volatile compounds released during the grinding of roasted coffee beans using solid-phase microextraction. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 1961-1969, 2003.

AKIYAMA, M. et al. Characterization of flavor compounds released during grinding of robusta coffee beans. **Food Science Technology Research**, Oxford, v. 11, p. 298-307, 2005.

ALVES, R. F.; NASCIMENTO, A. M. D.; NOGUEIRA, J. M. F. Characterization of the aroma profile of Madeira wine by sorptive extraction techniques. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 546, p. 11-21, 2005.

AMASTALDEN, L. C.; LEITE, F.; MENEZES, H. C. Identificação e quantificação de voláteis de café através de cromatografia gasosa de alta resolução: espectrometria de massa empregando um amostrador automático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 123-128, 2001.

BERLITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food chemistry**. 4. ed. London: Springer, 2004.

BICCHI, R. A. et al. Characterization of roasted coffee and coffee beverages by solid-phase microextraction: gas chromatography and principal component analysis. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 45, p. 4680-4686, 1997.

BRÖHAN, M. et al. Influence of storage conditions on aroma compounds in coffee pads using static headspace GC-MS. **Food Chemistry**, London, v. 116, p. 480-483, 2009.

BUFFO, R. A.; CARDELLI-FREIRE, C. Coffee flavour: an overview. **Flavour and Fragrance Journal**, Chichester, v. 19, p. 99-104, 2004.

CÂMARA, J. S. et al. Comparative study of the whisky aroma profile based on headspace solid phase microextraction using different fibre coatings. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1150, p. 198-207, 2007.

CHEN, Y. et al. Analysis of flavour and perfume using an internally cooled coated fiber device. **Journal of Separation Science**, New York, v. 30, p. 1037-1043, 2007.

CORREIA, A. M. N. G. **A influência da torra na evolução dos ácidos clorogénicos do café**. 1990. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1990.

CZERNY, M.; MAYER, F.; GROSCH, W. Sensory study on the character impact odorants of roasted arabica coffee. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 47, p. 605-699, 1999.

FERREIRA, L.; PERESTRELO, R.; CÂMARA, J. S. Comparative analysis of the volatile fraction from *Annona chemiola* Mill. cultivars by solid-phase microextraction and gas chromatography-quadropole mass spectrometry detection. **Talanta**, London, v. 77, p. 1087-1096, 2009.

FRANCA, A. S. et al. A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 92, p. 345-352, 2009.

GONZÁLEZ-MIRET, M. et al. Simplified method for calculating colour of honey by application of the characteristic vector method. **Food Research International**, Barking, v. 40, p. 1080-1086, 2007.

GONZÁLEZ-RIOS, M. et al. Impact of 'ecological' post-harvest processing on coffee aroma: II., roasted coffee. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, p. 297-307, 2007.

GROSCH, W. Chemistry III: volatile compounds. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. (Ed.). **Coffee, recent developments**. Oxford: Blackwell Science, 2001. chap. 3. (World Agricultural Series).

HARMON, A. D. Solid-phase microextraction for the analysis of aromas and flavours. In: MARSILI, R. (Ed.). **Flavour, fragance and odor analysis**. New York: M. Dekker, 2002. chap. 4. (Food & Science Technology, 117).

HERNANDÉZ, J. A. et al. Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, p. 1141-1148, 2007.

HUANG, L. F. et al. Fingerprint developing of coffee flavor by gas chromatography-mass spectrometry and combined chemometrics methods. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 588, p. 216-223, 2007.

ISHIKAWA, M. et al. Solid-phase aroma concentrate extraction (SPACETM): a new headspace technique for more sensitive analysis of volatiles. **Flavour and Fragance Journal**, Chichester, v. 19, p. 183-187, 2004.

MENDES, L. C. et al. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora* cv. Conillon) using acceptability tests and RSM. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 12, p. 153-162, 2001.

MENDOZA, F.; DEJMEK, P.; AGUILERA, J. M. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, p. 285-295, 2006.

PAWLISZYN, J. **Solid-phase microextraction:** theory and practice. New York: Wiley-VCH, 1997.

ROBERTS, D. D.; POLLIEN, P.; MILO, C. Solid-phase microextraction method development for headspace analysis of volatile flavor compounds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 2430-2437, 2000.

ROCHA, S. et al. Screening and distinction of coffee brews based on headspace solid phase microextraction/gas chromatography/principal component analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, p. 43-51, 2003.

RODRIGUES, C. et al. Application of solid-phase extraction to brewed coffee caffeine and organic acid determination by UV/HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, p. 440-448, 2007.

SANZ, C. et al. Optimizing headspace temperature and time sampling for identification of volaitle compounds in ground roasted arabica coffee. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 1364-1369, 2001.

YERETZIAN, C. et al. From the green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by on-line monitoring of volatiles. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 214, p. 92-104, 2002.

ZAMBONIN, C. G. et al. Solid-phase microextraction: gas chromatography mass spectrometry and multivariate analysis for the characterization of roasted coffees. **Talanta**, London, v. 66, p. 261-265, 2005.

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE GRUPOS DE CLONES DE CAFÉ CONILON

Wagner Nunes Rodrigues[1], Marcelo Antonio Tomaz[2], Romário Gava Ferrão[3], Maria Amélia Gava Ferrão[4], Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca[5], Fábio Demolinari de Miranda[6]

(Recebido: 24 de dezembro de 2010; aceito 7 de novembro de 2011)

RESUMO: O cultivo de *Coffea canephora* var. kouilouensis De Wild (Conilon) é de grande importância no Espírito Santo e suas populações, normalmente, apresentam expressiva variabilidade genética. Objetivou-se, neste trabalho, a avaliação de três grupos de genótipos de café Conilon, distintos de acordo com seus ciclos de maturação, para a estimativa de parâmetros genéticos de diferentes características agronômicas, visando conhecer melhor sua estrutura genética. Foram realizadas estimativas de parâmetros genéticos obtidas em três experimentos dispostos de acordo com o delineamento estatístico em blocos casualizados, com quatro repetições e cinco plantas por parcela experimental. Foram feitas análises de variância individuais e conjuntas para estimar parâmetros genéticos e inferir sobre a variabilidade genética de seis características agronômicas: ciclo de maturação, produtividade, índice de avaliação visual, vigor, porte e tamanho de frutos. Os resultados indicam que os grupos de clones estudados apresentaram alta produtividade e grande variabilidade genética quanto à maioria das características, não ocorrendo tendência de superioridade de um grupo de clones em relação ao outro. Os grupos de genótipos de café Conilon avaliados no presente estudo, apresentaram grande potencial para serem utilizado com êxito em programas de melhoramento genético, visando à produtividade e as demais características, no sul do Espírito Santo.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, biometria, maturação, seleção, melhoramento de plantas.

GENETIC PARAMETERS ESTIMATION IN GROUPS OF CONILON COFFEE CLONES

ABSTRACT: *The cultivation of Coffea canephora var. kouilouensis De Wild (Conilon) is of great importance in Espírito Santo and their populations often have significant genetic variability. This study was aimed to evaluate three genotype groups of Conilon coffee, distinguished according to their maturation cycles, to estimate genetic parameters of different characteristics in order to better understand their genetic structure. Estimates of genetic parameters were obtained from three experiments arranged according to the statistical design in random blocks with four repetitions and five plants per plot. Individual and joint variance analyses were made to estimate genetic parameters and infer about the genetic variability of six agronomic traits: maturity cycle, productivity, visual assessment index, vigor, plant size and fruit size. The results indicate that the groups of clones showed high productivity and high genetic variability for most of the traits, not showing a tendency of superiority of a group of clones relative to each other. The groups of clones of Conilon coffee evaluated in this study showed great potential to be successfully used in breeding programs aiming for productivity and other characteristics in the south of Espírito Santo.*

Index terms: *Coffea canephora, biometrics, maturation, selection, plant breeding.*

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Estado do Espírito Santo é a atividade agropecuária mais importante, tanto do ponto de vista econômico como do social. A espécie *Coffea canephora* passou a ser mais explorada no Espírito Santo a partir de meados dos anos 60, e hoje, é tida como a principal espécie do gênero *Coffea*

[1]Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo - CCA-UFES - Alto Universitário - Cx. P. 16 - 29500-000 - Alegre-ES - wagnernunes86@hotmail.com
[2]Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo - CCA-UFES - Departamento de Produção Vegetal - Alto Universitário - Cx.P. 16 - 29500-000 - Alegre-ES - tomaz@cca.ufes.br
[3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER - Rua Afonso Sarlo - 160 Bento Fereira - 29052-010 - Vitória-ES - romario@incaper.es.gov.br
[4]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA CAFÉ/INCAPER - Parque Estação Biológica, PqEB, s/n - 70770-901 - Brasília-DF - maria.ferrao@embrapa.br
[5]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA CAFÉ/INCAPER - Parque Estação Biológica, PqEB, s/n - 70770-901 - Brasília-DF - aymbire.fonseca@embrapa.br
[6]Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo - CCA-UFES - Departamento de Biologia - Alto Universitário - Cx. P. 16 - 29500-000 - Alegre-ES - fademolinari@yahoo.com.br

para o Estado (MATIELLO; ALMEIDA, 1997). O café Conilon confere também, o título de maior produtor nacional ao Estado do Espírito Santo, com produção média dos últimos anos na ordem de 7,14 milhões de sacas beneficiadas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010).

As plantas de *C. canephora* são diplóides, de fecundação cruzada, com tendência a originar lavouras heterogêneas quanto à arquitetura, época e uniformidade de maturação de frutos, tamanho e peso de grãos, susceptibilidade a pragas e doenças e, especialmente, quanto ao potencial produtivo final (FONSECA, 1999). As diferenças entre as épocas de maturação permitem o agrupamento de plantas que apresentam uma colheita mais precoce, intermediária ou tardia (BRAGANÇA et al., 1993, 2001).

Pela sua grande importância no Espírito Santo, no âmbito econômico e social, gerando empregos e riquezas, além de contribuir para a manutenção do homem no meio rural, o café Conilon é um importante objeto de estudo. Desde 1985, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético de café Conilon, explorando a grande variabilidade genética da espécie *Coffea canephora*, para o lançamento de novas cultivares (FERRÃO, 2004). A extensão do programa de melhoramento genético do Incaper para a região sul do Estado do Espírito Santo vem possibilitando o estudo de variedades adaptadas, bem como a seleção de clones, que futuramente, viabilizará a composição de novas cultivares adequadas às condições dessa região.

Os programas de melhoramento com *C. canephora* visam alta produtividade, precocidade da primeira colheita, estabilidade da produção, longevidade da lavoura, maior tamanho dos frutos, maior uniformidade de maturação, menor percentual de grãos moca, formato de frutos semelhantes ao de espécie *C. arabica*, maior teor de sólidos solúveis totais, menor teor de cafeína, resistência à broca e ferrugem, arquitetura adequada para o adensamento e manejo da planta, tolerância à seca e adaptação a ambientes variados (FONSECA, 1999).

No melhoramento genético de café, há necessidade de estudo de diferentes caracteres quantitativos, os quais são governados por muitos genes e, portanto, sofrem grande influência do ambiente. A maioria desses estudos é fundamentada em experimentos analisados segundo os princípios da estatística, que tornará possível a realização de análises descritivas (média e coeficiente de variação), a estimativa de parâmetros genéticos (variância genética, coeficiente de variação genética e coeficiente de determinação genotípica) e as estimativas de interação entre genótipos e o ambiente, entre outros (FERRÃO, 2004).

Objetivou-se, neste trabalho, a avaliação de três grupos de genótipos de *C. canephora* (Conilon), distintos de acordo com seus ciclos de maturação, oriundos do banco de germoplasma de café Conilon do norte do Estado do Espírito Santo, para a estimativa de parâmetros genéticos de diferentes características agronômicas, quando cultivados na região sul do Estado, visando conhecer melhor a estrutura genética e a capacidade de adaptação dos clones.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Bananal do Norte, conduzida pelo Incaper, no distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim, localizada a 20º45' S; 41º17' W, no sul do Estado do Espírito Santo. A altitude é de 140 m e o solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O clima da região é classificado como Cwa, com verão chuvoso e inverno seco de acordo com a classificação de Köpen, apresentando alta sazonalidade climática com as estações de baixas e altas pluviosidades bem definidas. A região apresenta precipitação pluvial anual de 1.200 mm, temperatura média anual de 23ºC e topografia ondulado-acidentada.

Foram realizados três ensaios, cada um envolvendo 20 genótipos de diferentes ciclos de maturação de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner var. kouilouensis De Wild (Conilon): 20 genótipos de ciclo de maturação precoce, 20 de ciclo intermediário e 20 de ciclo de maturação tardio.

Os ensaios foram instalados em maio de 2004, sendo conduzidos pelos dois primeiros anos para o completo desenvolvimento vegetativo das plantas. As avaliações foram realizadas do ano de 2006 até 2009, totalizando 4 colheitas, o que conforme Fonseca (1999), representa um número adequado para predição do comportamento de genótipos de Conilon.

O delineamento estatístico para cada ensaio foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. A parcela experimental foi composta de cinco plantas, dispostas em linha.

Os experimentos foram implantados com espaçamento de 3,00 x 1,20 m, perfazendo uma população de 2.778 plantas por hectare. O manejo da adubação foi realizado seguindo o proposto para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007). A irrigação foi feita, exclusivamente, em épocas de elevado déficit hídrico, para evitar-se a perda de parcelas experimentais; e os demais tratos culturais e fitossanitários foram realizados conforme a necessidade da cultura, seguindo as atuais recomendações para o café Conilon (FERRÃO et al., 2007).

Foram realizadas avaliações para seis características agronômicas: ciclo de maturação dos frutos (CIC) – determinado pelo período de tempo decorrido entre o dia da floração e o dia da colheita, para cada um dos materiais; produtividade (PRO) – em sacas de 60 quilogramas, por hectare produzidos; vigor (VIG) – potencial de desenvolvimento da planta avaliado através de notas de 1 (plantas não produtivas, notadamente depauperadas, com desfolhamento acentuado) a 10 (vigor máximo); índice de avaliação visual (IAV) – desenvolvimento apresentado pela planta, mesmo quando sujeita à condições de estresse avaliado com notas entre 1 e 10, em que as notas maiores correspondem às plantas de melhor desenvolvimento; porte (POR) – dado em escala de 1 a 3, sendo: 1, baixo; 2 médio; 3, alto; e tamanho de frutos (TAM) – associando notas de 1 a 5, de acordo com as classes de tamanho de fruto, seguindo a relação de descritores do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC – que apresenta cinco classes: muito pequeno, pequeno, médio, grande e muito grande, respectivamente (GUERREIRO FILHO et al., 2008).

Utilizaram-se análises de variância individuais para cada ano, objetivando avaliar a existência de variabilidade genética e estimar parâmetros genéticos. Posteriormente, foi feita, com o mesmo objetivo, análises de variância conjuntas, realizadas conforme o esquema de parcelas subdivididas no tempo, envolvendo as fontes de variações individuais (genótipos e anos) e a sua interação. A fonte de variação dos genótipos foi considerada fixa, enquanto o efeito dos anos foi considerado aleatório. Utilizou-se o teste F, para testar a significância das fontes de variação.

Todas as análises foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional estatístico "Programa GENES" (CRUZ, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificam-se diferenças significativas, pelo teste F, para todas as características avaliadas, com exceção do ciclo de maturação, evidenciando comportamentos diferenciados dos materiais genéticos. A presença de variabilidade genética, expressa pela análise de variância, e a alta produtividade, são indicativos favoráveis para a realização de melhoramento para as características estudadas, tornando possível a seleção de clones superiores e a sua utilização em programas de melhoramento. As estimativas das variabilidades genotípicas são extremamente importantes em um programa de melhoramento. Quanto maior seu valor, mais heterogêneos são os genótipos avaliados e, portanto, maior será a possibilidade de selecionar materiais superiores (FERRÃO et al., 2008; SHIMOYA, 2000).

As diferentes magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos para as diferentes características ao longo dos quatro anos, provavelmente, devem-se à expressão de diferentes genes ao longo do desenvolvimento das plantas, influenciados pelas condições ambientais a que as plantas foram sujeitas em cada ano agrícola. Segundo Falconer e Mackay (1996), a estimativa de um parâmetro genético pode ser variável, pois depende não só da variabilidade genética existente na população, mas também das condições ambientais.

Quanto ao ciclo de maturação, foram estimados valores de até 117,82, oriundos do ensaio precoce. Para a produtividade, o ano de 2009 apresenta as maiores estimativas de variabilidade, chegando até 1.1913,02. Foram encontrados valores de até 2,74; 0,44; 1,91; 1,23 para as características: tamanho de frutos, porte, vigor, índice de avaliação visual, respectivamente (Tabelas 1 e 2). Os experimentos com *C. canephora* realizados por Ferrão et al. (2008), Ferreira (2003) e Fonseca (1999), apresentaram resultados com magnitudes semelhantes para as características em comum.

TABELA 1 – Quadrados médios genotípicos (QMG), variabilidade genotípica ($\hat{\phi}_g$), coeficiente de variação genotípica (CV_g), índice de variação (CV_g/CV) e coeficiente de determinação genotípico (H^2), do ciclo de maturação (CIC), tamanho de frutos (TAM) e produtividade (PRO) de 20 materiais genéticos de café Conilon de ciclos precoce, intermediário e tardio, ao longo de quatro colheitas, em Cachoeiro de Itapemirim – ES.

Característica	Ciclo	Parâmetro	Anos			
			2006	2007	2008	2009
CIC	Precoce	QMG	348,83**	555,39**	594,58**	371,97**
		$\hat{\phi}_g$	68,23	117,82	106,30	75,00
		CV_g(%)	3,34	4,47	4,32	3,79
		CV_g/CV	0,94	1,18	0,79	1,02
		H^2(%)	78,24	84,86	71,49	80,65
	Intermediário	QMG	$9,73^{ns}$	$0,05^{ns}$	$0,72^{ns}$	$2,89^{ns}$
		$\hat{\phi}_g$	0,00	0,09	0,00	0,01
		CV_g(%)	-	-	-	0,04
		CV_g/CV	-	-	-	0,07
		H^2(%)	0,00	0,00	0,00	2,48
	Tardio	QMG	$2,84^{ns}$	$10,19^{ns}$	235,57 *	$60,48^{ns}$
		$\hat{\phi}_g$	0,00	0,00	27,38	5,98
		CV_g(%)	-	-	1,65	0,80
		CV_g/CV	-	-	0,46	0,40
		H^2(%)	0,00	0,00	46,49	39,56
TAM	Precoce	QMG	1,67**	4,05**	5,22**	4,72**
		$\hat{\phi}_g$	0,34	0,76	1,02	1,06
		CV_g(%)	17,50	25,46	29,95	29,09
		CV_g/CV	1,12	0,86	0,96	1,52
		H^2(%)	83,56	75,05	78,83	90,31
	Intermediário	QMG	5,48**	6,18**	2,83**	3,31**
		$\hat{\phi}_g$	1,18	1,37	0,52	0,64
		CV_g(%)	26,26	27,62	18,33	24,62
		CV_g/CV	1,24	1,43	0,84	0,92
		H^2(%)	86,08	89,16	74,10	77,24
	Tardio	QMG	7,20**	11,70**	9,18**	6,51**
		$\hat{\phi}_g$	1,61	2,74	2,08	1,47
		CV_g(%)	30,28	44,92	49,37	49,57
		CV_g/CV	1,49	1,93	1,57	1,55
		H^2(%)	89,88	93,74	90,82	90,57

Continua...

TABELA 1 – Continuação...

Característica	Ciclo	Parâmetro	Anos			
			2006	2007	2008	2009
PRO	Precoce	QMG	577,22**	2000,37**	1940,19**	6567,48**
		$\hat{\phi}_g$	120,99	449,96	412,89	1538,02
		CVg(%)	18,49	33,29	32,10	46,70
		CVg/CV	1,31	1,49	1,19	1,92
		H^2(%)	83,84	89,97	85,12	93,67
	Intermediário	QMG	321,31**	969,78**	1553,40**	8007,51**
		$\hat{\phi}_g$	57,51	205,69	357,73	1913,02
		CVg(%)	15,07	25,35	40,53	49,86
		CVg/CV	0,79	1,18	1,70	2,32
		H^2(%)	71,59	84,84	92,11	95,56
	Tardio	QMG	734,06**	1095,66**	1579,43**	6199,88**
		$\hat{\phi}_g$	153,88	211,09	275,56	1476,41
		CVg(%)	22,88	25,90	34,43	41,37
		CVg/CV	1,13	0,91	0,75	2,24
		H^2(%)	83,85	77,06	69,78	95,25

* e ** Significativo a 5 e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As estimativas do coeficiente de variação genética (CV_g) possuem especial importância, pois quanto maior o seu valor, mais heterogêneos são os genótipos avaliados (SHIMOYA, 2000). Desse modo, as estimativas desse coeficiente demonstram a heterogeneidade dos genótipos para a maioria das características estudadas, o que é desejável para a seleção de materiais em um programa de melhoramento, tornando possível a seleção de genótipos superiores. Em 38% dos casos estudados, o CV_g se mostra maior do que o CV, com valores do índice de variação (CV_g/CV) superiores a 1,00, o que caracteriza predominância de fatores genéticos sobre ambientais. Em 78% dos casos estudados, o índice de variação apresenta magnitudes entre 0,70 e 2,00; sendo essa faixa considerada favorável para um programa de melhoramento de café (FERRÃO et al., 2008).

As estimativas do coeficiente de determinação genotípica de uma dada característica, normalmente, apresentam diferenças. A literatura confirma que, cada caráter apresenta uma amplitude de valores que lhe é peculiar. Características que são muito influenciadas pelas condições ambientais, normalmente apresentam estimativas de coeficiente de determinação genotípica baixas, inferiores a 30%; outras características, como o porte das plantas, são menos influenciadas pelo ambiente e, consequentemente, apresentam valores mais elevados (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2004).

No ensaio precoce, as estimativas para o coeficiente de determinação apresentam valores entre 71,49% e 84,86% para ciclo de maturação; 75,05% e 90,31% para tamanho de frutos; 83,84% e 93,67% para produtividade; 79,16% e 92,82% para porte; 65,36% e 86,30% para vigor; 54,75% e 89,08% para índice de avaliação visual. No ensaio intermediário, os coeficientes H^2, estimados a partir das médias dos tratamentos, para os anos em que há diferença significativa entre genótipos, apresentam valores entre 74,10% e 89,16% para tamanho de frutos; 71,59% e 95,56% para produtividade; 60,63% e 78,93% para porte; 59,10% e 86,57% para vigor; 73,94% e 86,33% para o índice de avaliação visual. No ensaio tardio,

apresentam-se estimativas entre 89,88% e 93,74% para tamanho de frutos; 46,49% e para ciclo de maturação; entre 69,78% e 95,25% para produtividade; 80,34% e 92,86% para porte; 68,55% e 89,04% para vigor; 56,21% e 84,90% para o índice de avaliação visual. Essas estimativas evidenciam a predominância da variabilidade genética em relação à ambiental na maioria dos casos avaliados e condizem com as estimativas de H^2 encontradas por Ferrão (2004), Ferrão et al. (2008), Ferreira (2003) e Fonseca (1999).

Nas análises de variância conjunta, a significância das interações, para a maioria das características em todos os ensaios evidencia a diferença de comportamento dos genótipos ao longo dos anos (Tabela 3). A existência de interações significativas na análise de variância conjunta interfere nas magnitudes da variância genética, tendo um efeito de redução nas estimativas dos parâmetros genéticos (BOTTIGNON, 2009), e indica a necessidade de atenção para as variações temporais e estudos de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. Observa-se significância para a interação genótipos x anos em todos os casos, exceto para ciclo de maturação e porte no ensaio intermediário, e índice de avaliação visual no tardio. Indicando comportamento diferenciado dos genótipos ao longo dos anos, e demonstrando a importância de avaliar os materiais genéticos por vários anos. Os trabalhos de repetibilidade de Ferrão (2004) e Fonseca (1999), estudando clones de café Conilon, indicaram um mínimo de quatro colheitas para a obtenção de uma boa precisão.

O ciclo de maturação é uma característica poligênica com importante efeito ambiental; influenciada pela região de cultivo, face de exposição do terreno, disponibilidade de nutrientes, incidência de agentes bióticos, entre outros (GUERREIRO FILHO et al., 2008). No ensaio precoce, foram encontrados altos coeficiente de determinação genotípico (H^2) e relação CV_g/CV, o que indica chance de sucesso em uma seleção utilizando esses materiais genéticos.

TABELA 2 – Quadrados médios genotípicos (QMG), variabilidade genotípica ($\hat{\phi}_g$), coeficiente de variação genotípica (CV_g), índice de variação (CV_g/CV) e coeficiente de determinação genotípico (H^2) do porte (POR), vigor (VIG) e índice de avaliação visual (IAV) de 20 materiais genéticos de café Conilon de ciclos precoce, intermediário e tardio, ao longo de quatro colheitas em Cachoeiro de Itapemirim – ES.

Característica	Ciclo	Parâmetro	Anos			
			2006	2007	2008	2009
POR	Precoce	QMG	0,69**	1,93**	1,73**	0,92**
		$\hat{\phi}_g$	0,13	0,44	0,37	0,19
		CV_g(%)	17,72	35,23	30,25	23,05
		CV_g/CV	0,97	1,79	1,27	1,20
		H^2(%)	79,16	92,82	86,59	85,28
	Intermediário	QMG	0,87**	0,69**	0,55**	1,03**
		$\hat{\phi}_g$	0,14	0,12	0,08	0,20
		CV_g(%)	19,70	16,99	14,47	23,61
		CV_g/CV	0,73	0,84	0,62	0,96
		H^2(%)	68,31	74,03	60,63	78,93
	Tardio	QMG	0,87**	1,33**	1,37**	1,36**
		$\hat{\phi}_g$	0,17	0,31	0,29	0,28
		CV_g(%)	21,36	28,23	23,11	23,64
		CV_g/CV	1,01	1,80	1,22	1,18
		H^2(%)	80,34	92,86	85,62	84,77

Continua...

TABELA 2 – Continuação...

Característica	Ciclo	Parâmetro	Anos			
			2006	2007	2008	2009
VIG	Precoce	QMG	1,82**	0,90**	2,70**	8,85**
		$\hat{\phi}_g$	0,30	0,14	0,51	1,91
		CV_g(%)	6,65	4,27	9,05	20,51
		CV_g/CV	0,72	0,68	0,89	1,25
		H^2(%)	67,53	65,36	76,27	86,30
	Intermediário	QMG	4,57**	2,11**	3,15**	2,15**
		$\hat{\phi}_g$	0,99	0,39	0,63	0,31
		CV_g(%)	11,62	7,32	10,98	8,06
		CV_g/CV	1,26	0,86	1,00	0,60
		H^2(%)	86,57	74,99	80,27	59,10
	Tardio	QMG	1,30**	1,61**	2,53**	4,74**
		$\hat{\phi}_g$	0,22	0,34	0,52	1,05
		CV_g(%)	5,47	6,60	9,23	14,00
		CV_g/CV	0,73	1,16	1,09	1,42
		H^2(%)	68,55	84,42	82,84	89,04
IAV	Precoce	QMG	1,38 *	4,08**	2,99**	6,09**
		$\hat{\phi}_g$	0,18	0,91	0,52	1,18
		CVg(%)	5,10	11,34	9,72	16,13
		CVg/CV	0,55	1,42	0,75	0,92
		H^2(%)	54,75	89,08	69,78	77,56
	Intermediário	QMG	5,37**	3,58**	3,42**	5,94**
		$\hat{\phi}_g$	0,94	0,66	0,66	1,23
		CVg(%)	11,32	10,31	12,38	17,61
		CVg/CV	1,25	0,84	0,93	1,11
		H^2(%)	86,33	73,94	77,68	83,20
	Tardio	QMG	1,22**	3,88**	7,20**	4,05**
		$\hat{\phi}_g$	0,20	0,63	1,01	0,85
		CVg(%)	5,26	9,79	21,40	13,78
		CVg/CV	0,72	0,68	0,56	1,18
		H^2(%)	67,56	65,05	56,21	84,90

* e ** Significativo a 5 e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O tamanho de frutos tem herança quantitativa na maioria das cultivares, sendo bastante influenciado pelo ambiente de cultivo (GUERREIRO FILHO et al., 2008), mas em todos os ensaios, as altas relações CV_g/CV e coeficientes de determinação genotípico superiores a 70 reforçam a chance de sucesso em uma seleção, para essa característica.

Para a produtividade, o índice de variação apresentam-se relativamente baixo no ensaio intermediário, que pode estar associado a um comportamento não tão discrepante entre as médias dos genótipos. As estimativas de H^2 mostram-se inferiores a 50% nos experimentos precoce e intermediário, indicando que essa característica é muito influenciada pelo ambiente. De maneira semelhante, a uniformidade de maturação de frutos também apresenta-se altamente influenciada pelo efeito ambiental.

Porte, vigor e índice de avaliação visual apresentam bons valores de índice de variação e coeficiente de determinação genotípica em todos os ensaios, com exceção do vigor no ensaio precoce, em que os índices de variação e da estimativa de coeficiente de determinação genotípica são relativamente baixos. Nos demais ensaios, os valores apresentam-se em uma faixa considerada desejável, nos programas de melhoramento (FERRÃO et al., 2008).

TABELA 3 – Análise de variância conjunta, média geral, coeficientes de variação e estimativas de parâmetros genéticos de 6 características agronômicas em 20 materiais genéticos de café Conilon de ciclos precoce, intermediário e tardio, ao longo de quatro colheitas, em Cachoeiro de Itapemirim – ES.

Fonte de variação	GL	CIC[1]	TAM[2]	PROD[3]	POR[4]	VIG[5]	IAV[6]
				Ciclo Precoce			
Blocos	3	190,00	2,78	715,52	0,51	0,31	0,45
Genótipos (G)	19	1066,27 *	9,80 *	3879,27^{ns}	4,08 *	6,35 *	5,75 *
Erro (a)	57	128,34	0,76	267,68	0,26	0,77	0,74
Anos (A)	3	5268,28 *	0,51^{ns}	9812,76 *	0,61^{ns}	73,20 *	57,08 *
Interação GxA	57	268,22 *	1,95 *	2401,99 *	0,39 *	2,64 *	2,93 *
Erro (b)	180	94,67	0,70	238,13	0,13	0,64	0,83
Média		239,05	3,43	67,61	1,98	8,00	7,77
$CV_{genótipos}$ (%)		4,73	25,49	24,19	25,87	10,98	11,10
CV_{anos} (%)		4,07	24,47	22,82	18,47	10,05	11,75
$\hat{\phi}_g$		47,77	0,48	90,48	0,22	0,22	0,18
$\hat{\sigma}^2_g$		64,67	0,00	119,68	0,00	0,90	0,70
$\hat{\sigma}^2_{pg}$		41,21	0,29	513,91	0,06	0,47	0,49
CV_g (%)		2,89	20,31	14,06	23,75	5,90	5,49
$CV_g/CV_{genótipos}$		0,61	0,79	0,58	0,91	0,53	0,49
CV_g/CV_{anos}		0,71	0,83	0,61	1,28	0,58	0,46
H^2 (%)		71,68	79,43	37,31	87,07	56,32	50,61

Continua...

TABELA 3 – Continuação...

Fonte de variação	GL	CIC[1]	TAM[2]	PROD[3]	POR[4]	VIG[5]	IAV[6]
				Ciclo intermediário			
Blocos	3	2105,95	0,84	637,24	0,34	0,22	1,64
Genótipos (G)	19	3,13 *	13,65 *	2990,94^{ns}	2,48 *	7,99 *	9,12 *
Erro (a)	57	6,21	0,96	220,13	0,35	1,03	1,07
Anos (A)	3	2269,21 *	16,10 *	28043,83 *	0,57^{ns}	56,90 *	92,28 *
Interação GxA	57	3,42^{ns}	1,38 *	2620,36 *	0,22^{ns}	1,33 *	2,73 *
Erro (b)	180	90,01	0,67	182,60	0,17	0,60	0,78
Média		285,35	3,89	60,31	1,99	7,85	7,34
$CV_{genótipos}$ (%)		0,87	25,27	24,59	29,68	12,98	14,12
CV_{anos} (%)		3,32	21,03	22,40	21,17	9,87	12,08
$\hat{\phi}_g$		5,21	0,74	20,81	0,13	0,38	0,38
$\hat{\sigma}^2_a$		27,23	0,19	348,26	0,00	0,70	1,14
$\hat{\sigma}^2_{pa}$		-20,56	0,16	578,96	0,01	0,17	0,46
CV_g (%)		0,80	22,20	7,56	18,08	7,94	8,41
$CV_g/CV_{genótipos}$		0,91	0,87	0,30	0,60	0,61	0,59
CV_g/CV_{anos}		0,24	1,05	0,33	0,85	0,80	0,69
H^2 (%)		0,00	87,67	11,13	83,98	77,81	66,88
				Ciclo Tardio			
Blocos	3	194,04	1,66	1835,25	0,05	2,50	15,21
Genótipos (G)	19	64,48^{ns}	29,47 *	3953,47 *	3,91 *	5,93 *	7,52 *
Erro (a)	57	52,19	0,88	247,76	0,20	0,40	1,24
Anos (A)	3	4732,15 *	48,59 *	32942,59 *	3,22 *	38,60 *	247,38 *
Interação GxA	57	81,53 *	1,71 *	1885,18 *	0,34 *	1,41 *	2,94^{ns}
Erro (b)	180	42,98	0,74	328,85	0,16	0,42	2,18
Média		313,03	3,31	62,84	2,14	8,16	7,04
$CV_{genótipos}$ (%)		2,30	28,36	25,04	20,89	7,82	15,81
CV_{anos} (%)		2,09	26,05	28,85	18,81	8,02	21,00
$\hat{\phi}_g$		-1,64	1,72	134,33	0,22	0,28	0,34
$\hat{\sigma}^2_a$		58,61	0,59	407,67	0,03	0,47	3,06
$\hat{\sigma}^2_{pa}$		9,15	0,22	369,62	0,04	0,23	0,17
CV_g (%)		0,00	39,62	18,44	21,93	6,52	8,34
$CV_g/CV_{genótipos}$		0,00	1,39	0,73	1,04	0,83	0,52
CV_g/CV_{anos}		0,00	1,52	0,63	1,16	0,81	0,39
H^2 (%)		0,00	93,71	54,36	90,12	76,45	73,51

[1]ciclo de maturação em número de dias; [2]tamanho de frutos; [3]produtividade média em sacas por hectare; [4]porte da planta; [5]vigor; [6]índice de avaliação visual; * e ** Significativo, a 5 e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4 CONCLUSÕES

1. Nas condições do sul do Estado do Espírito Santo, os 20 materiais genéticos de café Conilon de ciclo precoce, os 20 intermediários e os 20 tardios, apresentaram alta produtividade e grande variabilidade genética quanto às características: tamanho de frutos, porte, vigor, índice de avaliação visual; ciclo de maturação no grupo precoce; e produtividade no grupo tardio.

2. Os resultados analisados em conjunto não apresentam tendência de superioridade de um grupo em relação ao outro.

3. Os grupos de genótipos de café Conilon, avaliados no presente estudo, mostraram grande potencial para ser utilizado com êxito em programas de melhoramento genético, visando à produtividade e às demais características, no sul do Espírito Santo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTTIGNON, M. R. **Estimativas de parâmetros genéticos em *Lippia alba* (Mill.) N. E. BR, quimiótipo linalol, em progênies clonais de meio irmãos**. Campinas: IAC, 2009. 82 p.

BRAGANÇA, S. M. et al. **'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121', 'Emcapa 8131':** primeiras variedades clonais de café Conilon lançadas para o Espírito Santo. Vitória: EMCAPA, 1993. 2 p.

_____. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 765-770, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café:** safra 2010, segunda estimativa, maio/2010. Brasília, 2010. 18 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES:** estatística experimental e matrizes. Viçosa, MG: UFV, 2006. 285 p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. London: Longman Green, 1996. 464 p.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café Conilon**. 2004. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. 702 p.

_____. Parâmetros genéticos em café Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 61-69, jan. 2008.

FERREIRA, A. **Índice de seleção e análise de fatores na predição de ganhos genéticos em *Coffea canephora* var. Conilon**. 2003. 132 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

FONSECA, A. F. A. **Análises biométricas em café Conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999. 121 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

GUERREIRO FILHO, O. et al. Características utilizadas para a identificação de cultivares de café. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Cultivares de café:** origem, características e recomendações. Brasília: EMBRAPA-Café, 2008. p. 141-155.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. **Variedades de café:** como escolher, como plantar. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFE/PNFC, 1997. 64 p.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5. ed. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

SHIMOYA, A. **Comportamento per se, divergência genética e repetibilidade em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher)**. 2000. 147 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

PRODUTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DA *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) E *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke) EM CAFEEIROS

Humberto Godoy Androcioli[1], Ayres de Oliveira Menezes Júnor[2], Adriano Thibes Hoshino[3], Leonardo Godoy Androcioli[4]

(Recebido: 7 de janeiro de 2011; aceito 21 de novembro de 2011)

RESUMO: O estudo foi realizado em município da região Norte do estado do Paraná em cafeeiros da cultivar Icatu precoce IAC 3282 com oito anos de idade cultivados em espaçamentos de 2,0m x 0,8m, objetivando-se avaliar a influência de produtos alternativos sobre a Cercosporiose e ferrugem do cafeeiro, para uso em lavoura cultivada, em sistema orgânico de produção. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos, quatro repetições e parcela útil de 30 plantas. Os tratamentos utilizados foram: Testemunha sem controle; Controle químico (thiametoxan+ cyproconazol); Óleo de nim; Argila silicatada; Calda viçosa; Biofertilizante EM-5 e extrato de própolis no primeiro ano e extrato de própolis no segundo ano e, Caulim/caulim+nim no primeiro ano e Caulim+nim no segundo ano. As avaliações de *Cercospora coffeicola* e *Hemileia vastatrix* foram realizadas nos períodos de dezembro/2007 a junho/2008, e dez/2008 a maio/2009. Os resultados nos dois períodos demonstram que o controle químico e os produtos alternativos mantêm a área abaixo da curva da progressão da incidência da *C. coffeicola* e da *H. vastatrix* inferior ao obtido em cafeeiros, sem controle da doença. Todos os tratamentos apresentaram produção superior à testemunha na segunda colheita, em 2009. O controle das doenças com produtos alternativos apresentam custos bem mais elevados do que o controle químico, principalmente devido à necessidade de maior mão de obra, indicando a necessidade de compensação no preço do produto final, por parte de consumidores para manter o sistema de agricultura orgânico empresarial competitivo.

Termos para indexação: Própolis,argila silicatada, controle de doenças, produção.

ALTERNATIVE PRODUCTS TO CONTROL *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) AND *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke) IN ORGANIC COFFEE

ABSTRACT: *The study was conducted in a municipality in the northern region of Parana State in the coffee cultivar IAC Icatu precoce 3282 with eight years of age, grown in the spacing of 2.0 m x 0.8 m. The aim was to evaluate the influence of alternative products on Cercospora leaf spot and coffee rust for use in a cultivated plantation in an organic production system. The design used was a randomized block with seven treatments, four replications and plots of 30 plants. The treatments were: negative control, chemical control (thiamethoxan cyproconazol), neem oil, silicate clay; Syrup lush; Biofertilizer EM-5 and propolis extract in the first year and propolis extract in the second year, Kaolin/kaolin+nim in the first year and Kaolin+nim in the second year. Evaluations of Cercospora coffeicola and Hemileia vastatrix were conducted in the period of December 2007 and June/2008 Dec/2008 to May/2009. Results in both periods demonstrated that the chemical control and the alternative products kept the area under the incidence progression curve of C. coffeicola and H. vastatrix lower than in coffee without control of disease. All treatments were superior to control production in the second harvest in 2009. The Control of diseases with alternative products presented much higher costs than chemical control, mainly due to the need for more manpower, indicating the need for compensation in the final product price by consumers to maintain the organic agriculture business system competitive.*

Index terms: *Propolis, Silicate clay, disease control, production.*

1 INTRODUÇÃO

O sistema de cultivo orgânico procura conciliar produção e auto-sustentabilidade com o caráter socioambiental (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS - IFOAM, 2010). Para garantir essas condições, a legislação brasileira, que dispõe sobre o sistema

[1]Universidade Estadual de Londrina/UEL - Rodovia Celso Garcia Cid – Pr 445 Km 380 – Campus Universitário - Cx. P. 6001- 86051-980- Londrina - PR- humbertoandrocioli@gmail.com
[2]Universidade Estadual de Londrina/UEL - Rodovia Celso Garcia Cid – Pr 445 Km 380 – Campus Universitário - Cx. P. 6001- 86051-980- Londrina - PR - ayres@uel.br
[3]Universidade Estadual de Londrina/UEL - Rodovia Celso Garcia Cid – Pr 445 Km 380 – Campus Universitário - Cx. P. 6001- 86051-980- Londrina - PR - hoshinoagro@gmail.com
[4]Universidade Estadual de Londrina/UEL - Rodovia Celso Garcia Cid – Pr 445 Km 380 – Campus Universitário - Cx. P. 6001- 86051-980- Londrina - PR - leonardoandrocioli@hotmail.com

orgânico de produção agropecuária (BRASIL, 2003), proíbe a utilização de produtos sintéticos (INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS DE DIREITO AMBIENTAL - IEDA, 2010). Em função disso, segundo Teodoro et al. (2001) o controle de doenças nesse sistema torna-se uma das principais dificuldades enfrentadas pelos cafeicultores. A ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix*) e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) são as doenças que causam maior impacto na produção do cafeeiro orgânico (MARTINS; MENDES; ALVARENGA, 2004; SAMAYOA; SANCHEZ, 2000; SANTOS, 2006).

A ferrugem alaranjada do cafeeiro pode reduzir a produção em 35 a 50%, quando não for tomada nenhuma medida de controle (GARÇON et al., 2004; ZAMBOLIM; VALE, 2000), enquanto os prejuízos causadas pela cercosporiose são estimados em 30% (ZAMBOLIM; VALE, 2000). Essas perdas são em decorrência da formação de pústulas nas folhas, que reduzem a área fotossintética e promovem a queda precoce de folhas (MARTINS; MENDES; ALVARENGA, 2004; SAMAYOA; SANCHEZ, 2000; SANTOS, 2006; ZAMBOLIM; VALE, 2000).

Dentre as opções de manejo fitossanitário compatíveis com o sistema orgânico de produção para o controle da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro, tem sido estudado o uso de caldas fitoprotetoras, extratos de plantas, extrato etanólico de própoles e pós-de-rocha, contendo grande quantidade de silício.

A aplicação de calda fitoprotetora composta pela mistura de sulfato de cobre, óxido de cálcio, macro e micronutrientes em cafeeiros, reduziu consideravelmente a incidência de *C. coffeicola* (CUNHA; MENDES; CHALFOUN, 2004; POZZA et al., 1997) e da ferrugem do cafeeiro (BECKER-RATERINK; MORAES; QUIJANO-RICO, 1991; CHALFOUN; CARVALHO, 1999; CUNHA; MENDES; CHALFOUN, 2004). A aplicação de extratos de plantas, como o extrato de folha e semente de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) reduziu a severidade da ferrugem (COSTA; ZAMBOLIM; RODRIGUES, 2007), enquanto o extrato de própoles de abelha reduziu a incidência e severidade da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (PEREIRA et al., 2008). Da mesma forma, o uso de fontes de silício via foliar no cafeeiro, reduziu a incidência da cercosporiose (POZZA et al., 2004) e de *H. vastatrix* (FIGUEIREDO et al., 2006a, 2006b; REIS et al., 2008).

O uso de produtos naturais são promissores no controle doenças da cafeicultura orgânica. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de calda fitoprotetora, extrato de nim, extrato de própoles e argilas silicatadas, como produtos alternativos para o controle de *H. vastatrix* e *C.coffeicola*, em sistema orgânico de produção de café.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no município de Ibiporã-PR (23º11’51.19"S; 51º06’49.48"W; 525m), em cafeeiros da cultivar Icatu precoce IAC 3282, com oito anos de idade, cultivados em espaçamento de 2,0 x 0,80 m, com uma planta por cova. O solo do local caracteriza-se como Latossolo Vermelho distroférrico típico, de textura muito argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999). A faixa de temperatura média anual é de 21 – 22°C, umidade relativa anual de 75 – 80% e precipitação pluviométrica anual entre 1.400 - 1.600 mm (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2010).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos, quatro repetições e parcelas de 50 plantas (5 linhas de 10 plantas), consideradas as 30 plantas centrais como parcela útil. Os tratamentos e as concentrações de calda estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. O extrato etanólico de própoles a 15% (p/v) foi obtido, utilizando-se própoles do resíduo das raspas das caixas de *Apis mellifera mellifera* L., com mais de 60% de impurezas, de coloração marrom escura, tipo “Brown”, em estado moldável, coletada no estado do Paraná. Para o seu preparo, foram adicionadas 300g de raspa de própolis, em 2 l de álcool etílico hidratado 92,8% INPM. A mistura foi agitada a cada 12 horas e após 48 horas de sua preparação, o extrato foi filtrado e armazenado. Utilizou-se a argila silicatada (Rocksil®), que contém os elementos Al_2O_3, SiO_2, S, CaO, TiO_2, MgO, Fe_2O_3 e P_2O_5, nas proporções de 20,56%, 17,43%, 9,82%, 1,31%, 0,34%, 0,18%, 0,16% e 0,10%, respectivamente. O caulim ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) aplicado foi o Protesyl® que contém 46,5% de SiO_2; 39,5% de Al_2O_3 e 13,9% de H_2O. O extrato de óleo de semente de nim (NeemAzal®) utilizado contém $10gl^{-1}$ de azadiractina. A Calda Viçosa (Viçacafé-

Plus®) foi aplicada com formulação 10,0 % K2O; 1,0% Mg, 13,5 % S, 3,0 % B, 10,0% Cu e 8,2% Zn. O biofertilizante Microorganismos Eficazes (EM-5) foi preparado conforme Ganador (2007). Para o controle químico utilizou-se o produto Verdadero 600WG® contendo Ciproconazol 300 gr/kg + Tiametoxam 300 gr/kg.

Nos dois períodos, dez/07-jun/08 e dez/08-mai/09, o intervalo entre as aplicações foi de 30 a 40 dias, com exceção do tratamento controle químico, que foi aplicado uma única vez no mês de novembro de cada período. Para o controle químico foi utilizado pulverizador costal com esguicho e para os demais produtos, utilizou-se um pulverizador costal motorizado (atomizador). As aplicações foram realizadas, evitando-se os períodos mais quentes do dia (das 10:00 às 16:00 h), a fim de minimizar os efeitos de deriva ou evaporação excessiva.

O monitoramento da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro foi realizado de dois a cinco dias antes de cada aplicação dos produtos, por meio de avaliação não destrutiva no terceiro par de folhas, em dois ramos por planta, em dez plantas por parcela. *C. coffeicola* foi avaliada em ramos da região médio-superior da planta e a *H. vastatrix*, na região médio-inferior. Para ambas, avaliou-se o número de folhas com lesão, e o número de lesões por folha.

A produtividade do cafeeiro foi avaliada na colheita de 2008 e 2009. As colheitas foram realizadas quando 70% dos frutos apresentavam-se maduros. A parcela útil de cada tratamento foi colhida, pesada e retirada uma amostra homogênea de três quilos de café por parcela. A amostra foi seca até 11% de umidade, pesada, beneficiada e pesada novamente. Com base nos dados da amostra, converteu-se a produção total de cada parcela em sacas de café beneficiado de 60 Kg/ha.

TABELA 1 – Tratamentos, dose dos produtos e número de aplicações. Ibiporã – PR, de dezembro de 2007 a junho de 2008.

Tratamentos	Dose/ha***	No. aplicações
Testemunha	(Sem aplicação)	0
Controle químico	1kg	1
Óleo de Nim	6,25l	6
Argila silicatada	12,5kg	6
Calda Viçosa	5kg	6
Biofer. EM-5/Extrato de própoles*	62,5l / 6,25l	2/4
Caulim /caulim + nim **	31kg / 31kg + 6,25l	2/4

***** Duas aplicações de EM5 até março/2008 e, posteriormente, quatro aplicações de **e**xtrato de própoles.
****** Duas aplicações de caulim até março/2008 e, posteriormente, quatro aplicações da mistura caulim + nim.
***Para a pulverização foi utilizado volume de 625 litros de calda, por hectare.

TABELA 2 – Tratamentos, dose dos produtos e número de aplicações. Ibiporã – PR, de dezembro de 2008 a maio de 2009.

Tratamentos	Dose/ha*	No. aplicações
Testemunha	0	0
Controle químico	1kg	1
Óleo de Nim	6,25l	5
Argila silicatada	12,5kg	5
Calda Viçosa	5kg	5
Extrato de própoles	6,25l	5
Caulim + nim	31kg + 6,25l	5

*Para a pulverização foi utilizado volume de 625 litros de calda, por hectare.

A área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPI) e severidade (AACPS) da ferrugem e da cercosporiose foi determinada, utilizando-se o software AACPD (CANTERI et al., 2004). Para a comparação entre as médias dos diferentes tratamentos em relação à AACPI e AACPS, e para a produtividade do cafeeiro aplicou-se o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

Para o cálculo dos custos do controle das doenças tomou-se como referência os preços dos produtos obtidos via internet no dia 02/12/2010 (ABELHÃO, 2010; NATURA RURAL, 2010; PÃO DE AÇUCAR, 2010; RURAL OFERTAS, 2010). Apesar de ter sido utilizada a própoles com mais de 60% de impurezas no experimento, para fins de cálculo de custos foi considerado o preço da própolis com coloração marrom-escura, tipo "Brown" com 100% de pureza, mais o custo do álcool etílico hidratado 92,8% INPM. O custo da mão de obra baseou-se no preço da diária para pulverização com equipamento costal, em fevereiro de 2010 (DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL - DERAL, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área abaixo da curva da progressão da incidência (AACPI-C) e severidade (AACPS-C) de cercosporiose, para todos os produtos pulverizados, manteve-se abaixo da testemunha, durante os dois períodos (dez/07-jun/08 e dez/08-mai/09) (Figuras 1 e 2). A AACPI-C e AACPS-C do tratamento químico foram menores que da testemunha e do óleo de nim em relação aos dois períodos, destacando-se a AACPI-C do controle químico de 88 e 70% inferior à testemunha no primeiro e segundo período, respectivamente. Dentre os produtos para uso na agricultura orgânica, a argila silicatada e o caulim/ caulim + nim foram os que apresentaram os melhores resultados no controle da cercosporiose nos dois períodos, variando a AACPI-C de 58% a 71% inferior à testemunha (Figuras 1 e 2). O efeito desses dois produtos na redução da incidência e severidade da cercosporiose pode ser devido ao silício. Segundo Chérif et al. (1992), a ação desse elemento no tecido do hospedeiro, proporciona impedimento físico e maior acúmulo de compostos fenólicos e lignina no local de injúria na planta. Pozza et al. (2004) verificaram maior espessamento da cutícula e aumento da absorção de micronutrientes pelas plantas tratadas com silício, para

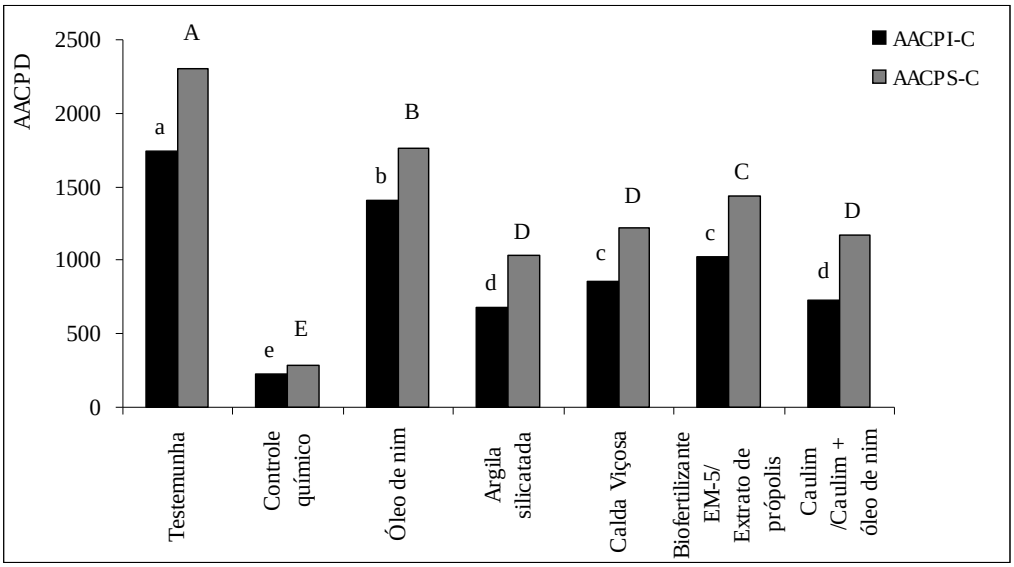


FIGURA 1 – Área abaixo da curva da progressão da doença em relação à incidência (AACPI-C) e severidade (AACPS-C) da *Cercospora coffeicola*, em Ibiporã-PR, no período de dezembro/2007 a junho/2008. Colunas com mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott, a 1% (CV: AACPI-C=13,8% e AACPS-C= 12,1%).

o controle da cercóspora. Decréscimo linear na severidade da cercosporiose do cafeeiro, com a aplicação de silicatos de cálcio e argila silicatada, foram observados por Fernandes et al. (2009) e Santos (2002). Há casos, entretanto, em que aplicação de silício líquido solúvel não resultou em redução significativa da incidência de *C. coffeicola* em relação à testemunha, sem aplicação (REIS et al., 2008).

O extrato de própolis apresentou AACPI-C de 41 e 69% inferior à testemunha no primeiro e segundo período, respectivamente. Efeito semelhante foi observado por Pereira et al. (2008), em que o extrato etanólico de própolis reduziu a incidência da cercosporiose em 46% em relação à testemunha, sem aplicação.

A calda viçosa apresentou AACPI-C de 51 e 45% inferior à testemunha no primeiro e segundo período, respectivamente. Redução significativa da incidência de cercosporiose pela aplicação mensal de calda viçosa também foi observado por Carvalho et al. (2006). Entretanto, Miranda (2007) e Santos et al. (2007) não obtiveram controle da cercosporiose com aplicação do produto.

O óleo de semente de nim apresentou AACPI-C de 19 e 32% inferior à testemunha nos dois períodos respectivamente, demonstrando alguma ação fungicida, mas essa ação não reduziu eficientemente a incidência da cercosporiose. Em outras culturas tem sido observada ação fungicida em plantas tratadas com óleo de nim, como no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. (CARNEIRO et al., 2007), oídio do pepino (*Sphaerotheca pannosa* Wallr.) (STEINHAUER, 1999) oídio do trigo (*Podosphaera leucotricha* Ell & Ev.) e da cevada (*Blumeria graminis* f. sp. Hordei) (ROVESTI; DI MARCO; PANCALDI, 1992).

No controle da ferrugem, com exceção do óleo de nim no primeiro período, todos os demais tratamentos resultaram em áreas abaixo da curva da progressão da incidência da ferrugem do cafeeiro (AACPI-F) e da severidade (AACPS-F), significativamente inferior a da testemunha, nos dois períodos (Figura 3 e 4).

O controle químico apresentou AACPI-F inferiores à testemunha em 84 e 79% no primeiro e segundo período, respectivamente, diferindo da testemunha e dos demais produtos nos dois períodos, com exceção do extrato de própolis, no segundo período (Figura 4).

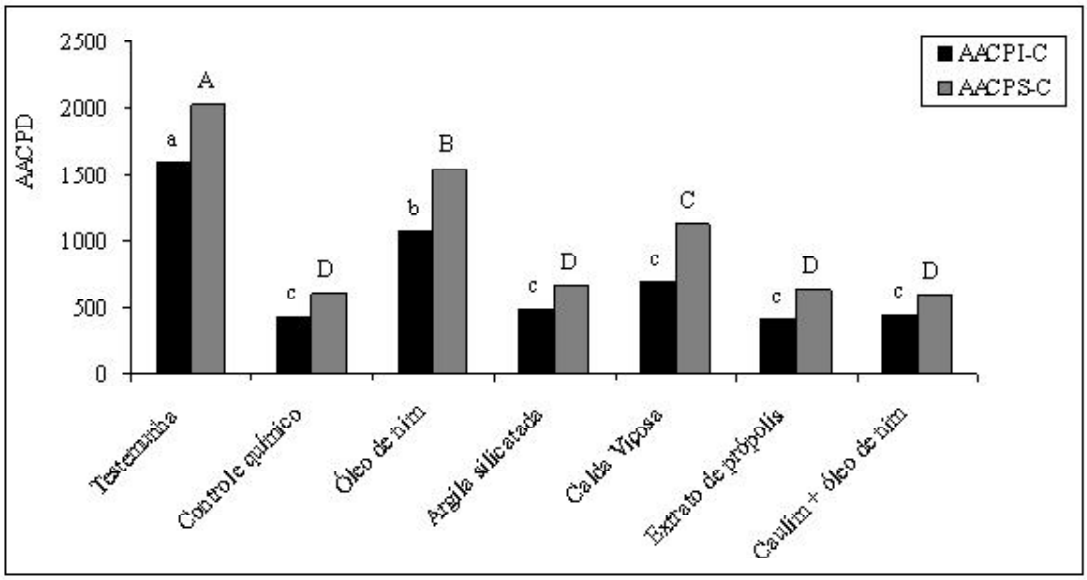


FIGURA 2 – Área abaixo da curva da progressão da doença em relação à incidência (AACPI-C) e severidade (AACPS-C) da *Cercospora coffeicola*, em Ibiporã-PR, no período de dezembro/2008 a maio/2009. Colunas com mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott, a 1% (CV: AACPI-C= 23,4% e AACPS-C= 21,9%).

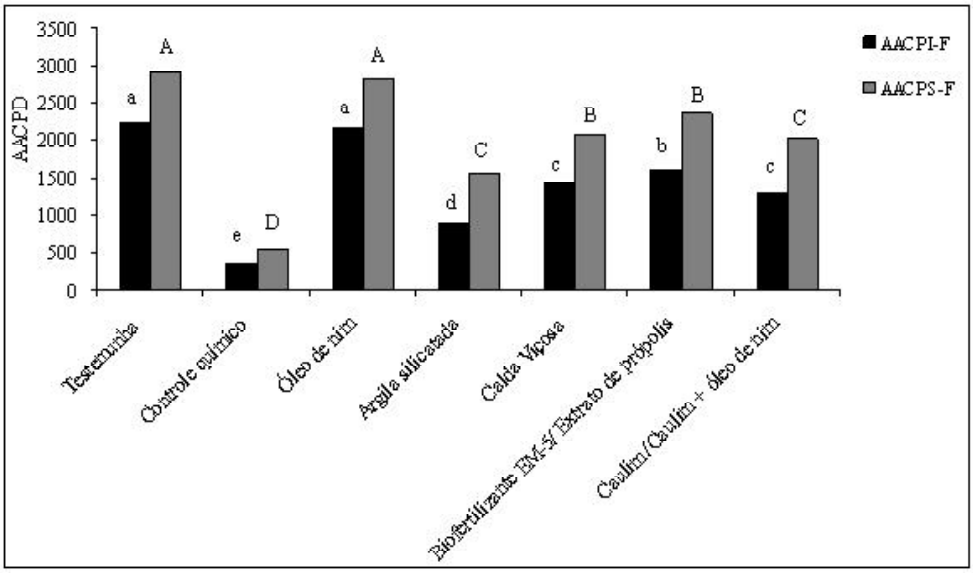


FIGURA 3 – Área abaixo da curva da progressão da doença em relação à incidência (AACPI-F) e severidade (AACPS-F) da *Hemileia vastatrix*, em Ibiporã-PR, no período de dezembro/2007 a junho/2008. Colunas com mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott, a 1% (CV: AACPI-F = 10,9% ; AACPS-F = 8,6%).

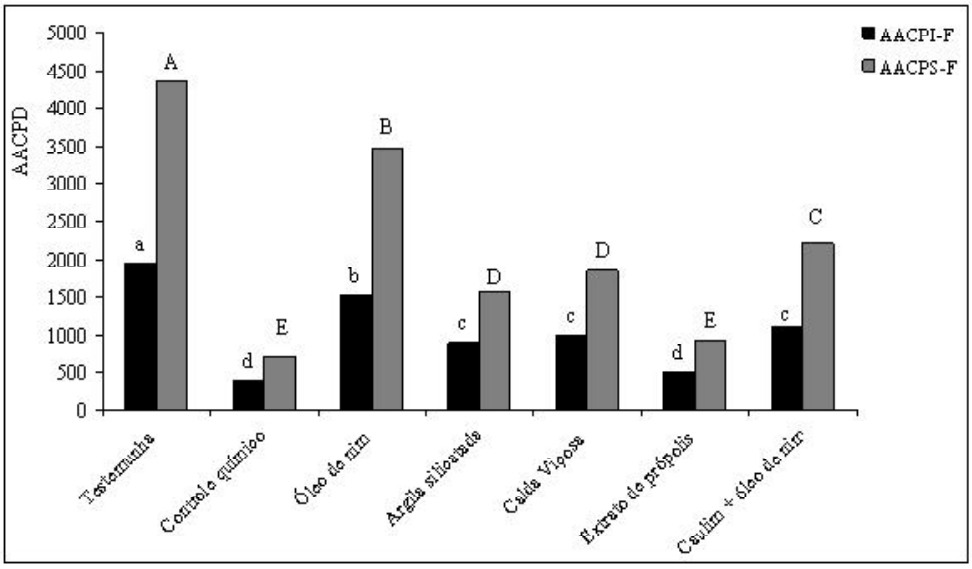


FIGURA 4 – Área abaixo da curva da progressão da doença em relação à incidência (AACPI-F) e severidade (AACPS-F) da *Hemileia vastatrix*, em Ibiporã-PR, no período de dezembro/2008 a maio/2009. Colunas com mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott, a 1%. (CV: AACPI-F = 12,6% ; AACPS-F = 11,9%).

Dentre os produtos para uso na agricultura orgânica, a argila silicatada foi o que apresentou o maior controle da ferrugem no primeiro período, com AACPI-F 60% inferior à testemunha (Figura 3). No segundo período, manteve AACPI-F 54% inferior à testemunha. Os tratamentos com caulim/caulim+nim e caulim+nim apresentaram AACPI-F de 42 a 43% inferiores à testemunha, respectivamente (Figura 3). Os produtos argila silicatada e caulim/caulim+nim foram capazes de reduzir a incidência e severidade da ferrugem, evidenciando o efeito protetor desses produtos nas dosagens e frequências utilizadas. Resultados semelhantes com aplicação de fontes de silício e argila silicatada foram observados por Costa, Zambolim e Rodrigues (2007), Pereira et al. (2009) e Reis et al. (2008).

O óleo de semente de nim apresentou controle da ferrugem superior à testemunha apenas no segundo período, com a AACPI-F 23% inferior a da testemunha. Resultado semelhante foi observado a campo por Miranda (2007), que também obteve, em condições de laboratório, uma redução de urediósporos da *H. vastatrix* em 100%, com a aplicação do óleo de nim. Costa, Zambolim e Rodrigues (2007) observaram redução da severidade da ferrugem do cafeeiro, com aplicação de extratos de nim.

O óleo de nim apesar de apresentar uma eficiente ação fungicida na redução da germinação de urediósporos de *H. vastatrix* em laboratório, apresenta pouco efeito a campo sobre a incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro. Possivelmente por uma menor ação residual, que segundo Costa, Zambolim e Rodrigues (2007) apresentaram em laboratório, um efeito residual do óleo de nim de até oito dias para o controle dos urediósporos de *H. vastatrix*. Outra possibilidade é a rápida fotodegradação que sofrem as moléculas do extrato de óleo de nim, conforme sugerido por Weintraub e Horowitz (1997).

O extrato de própolis apresentou a AACPI-F inferior à testemunha em 28% no primeiro período e em 73% no segundo período. No primeiro período, devido a duas aplicações do biofertilizante EM-5, antes da aplicação do extrato da própolis, possivelmente reduziu sua eficiência, pois quando foi aplicada a doença já estava presente. No segundo período esse produto apresentou efeito semelhante ao controle químico. Esse efeito na redução da incidência da ferrugem também foi observado por Pereira et al. (2008), com extrato de própolis com maior concentração e dosagem. A própolis em experimento de laboratório apresenta ação sobre a germinação dos esporos da *H. vastatrix*, com capacidade de reduzir em 99% a germinação dos esporos (PEREIRA et al., 2007). O acúmulo de cera da própolis sobre as folhas de café forma uma camada protetora que impede a penetração de fungos, semelhante ao observado em frutas em que a cobertura de cera preserva o produto em pós-colheita (DAVIS; HOFMANN, 1973). Essa camada, pode ter tornado a superfície hidrofóbica, impedindo a formação do filme de água, importante para processos vitais de patogênese como a germinação e a penetração, além de permitir o acúmulo de substâncias antifúngicas na cutícula (POZZA et al., 2004).

A calda viçosa apresentou AACPI-F 36 e 49% inferiores à testemunha, no primeiro e segundo períodos, respectivamente. Cunha, Mendes e Chalfoun (2004) observaram que a aplicação de calda viçosa resultou AACPI-F 58% inferior à testemunha. Outros autores, entretanto, relatam que o produto não controlou a ferrugem do cafeeiro, em condições de campo (SANTOS et al., 2007) e de viveiros (COSTA; ZAMBOLIM; RODRIGUES, 2007).

Na colheita de 2008, todos os tratamentos apresentaram alta produção, equivalendo-se à testemunha. Porém, na safra 2009, todos os produtos aplicados resultaram em produção significativamente superior à testemunha (Figura 5). O controle químico foi o mais produtivo, com 58 sacas ha^{-1}, seguido pelos tratamentos com argila silicatada, caulim+óleo de nim e extrato de própolis; com produções de 42, 40 e 40 sacas/ha^{-1}, respectivamente. A maior produção no segundo ano, em cafeeiros que receberam algum tipo de tratamento para a *H. vastatrix*, é reflexo do controle fitossanitário realizado no ano anterior que possibilita um maior enfolhamento do cafeeiro, como tem sido relatado por Cunha, Mendes e Chalfoun (2004) e Matiello et al. (2010).

Os produtos alternativos apresentaram os maiores custos de aplicação em relação ao controle químico nos dois períodos (Tabelas 3 e 4), em função do custo do produto e número de aplicações. Isso implica na necessidade de maior valorização do café originado de sistema de produção orgânico, como forma de compensar as despesas decorrentes do controle fitossanitário, conforme sugerido por Vossen (2005).

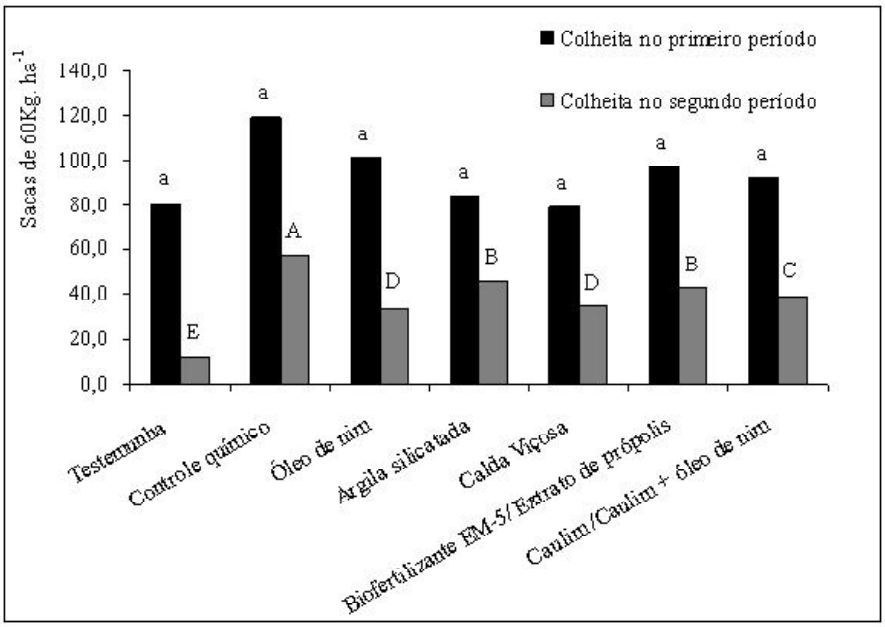


FIGURA 5 – Média de sacas de café por hectare colhidos no primeiro período (dezembro/2007 a junho/2008) e segundo período (dezembro/2008 a maio/2009), em Ibiporã-PR. Colunas com mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott, a 1%; letra minúscula para o primeiro período (CV= 19,3%); e letra maiúscula para o segundo período (CV= 8,5%).

TABELA 3 – Custo de aplicação dos produtos em Ibiporã-PR, no período de dezembro/2007 a junho/2008.

Tratamentos	Dose por ha por aplicação	Preço (R$ por kg ou lt)	Número de aplicações	Gasto por hectare (R$)***
Testemunha	(Sem aplicação)	-	-	-
Controle químico (kg)	1	275,00	1	275,00
Óleo de nim (L)	6,25	59,59	6	2231,22
Argila silicatada (kg)	12,5	26,00	6	1950,00
Calda Viçosa (kg)	5	12,05	6	375,00
Biofertilizante EM (L)*/ Extrato de Própolis** (L)	62,5 / 6,25	17,50	2/4	445,00
Caulim (kg) /Caulim + nim (kg e L)*	31 / 31 + 6,25	-	2/4	-

*Os preços do Biofertilizante EM-5 e do caulim não foram encontrados.
**O extrato de própolis teve seu custo calculado com base nas quatro aplicações.
***O custo da mão de obra para a aplicação não foi incluído. Gastou-se 1,6 diárias a R$ 47,25 por aplicação com pulverização costal, totalizando R$ 451,20 para seis aplicações e R$ 329,00 para a aplicação do extrato de própolis.

TABELA 4 – Custo de aplicação dos produtos em Ibiporã-PR, no período de dezembro/2007 a junho/2008.

Tratamentos	Dose por ha por aplicação	Preço (R$ por kg ou L)	Número de aplicações	Gasto por hectare (R$)**
Testemunha	(Sem aplicação)	-	-	-
Controle químico (kg)	1	275	1	275,00
Óleo de nim (L)	6,25	59,59	5	1859, 35
Argila silicatada (kg)	12,5	26	5	1625,00
Calda Viçosa (kg)	5	12,05	5	312,50
Extrato de Própolis (L)	6,25	17,5	5	568,75
Caulim+nim (kg e L)*	31 + 6,25	-	5	-

*O preço do caulim não foi encontrado.
**O custo da mão de obra para a aplicação não foi incluído. Gastou-se 1,6 diárias a R$ 47,25 por aplicação com pulverização costal, totalizando R$ 378,00 para cinco aplicações.

4 CONCLUSÕES

Todos os produtos apresentaram redução da ocorrência da *H. vastatrix* e *C. coffeicola*.

Os controles fitossanitários com os produtos alternativos e o químico proporcionaram produção de café mais elevada no ano seguinte em relação aos cafeeiros sem controle.

Os produtos alternativos apresentaram custos de controle fitossanitário mais elevado do que o controle químico, nas doses e número de aplicações utilizadas no experimento.

5 AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Londrina, ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D Café)/ Embrapa Café e à empresa Fertirrico, por apoiarem financeiramente e pela bolsa concedida. Ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), pelo beneficiamento dos grãos de café.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHÃO. **Linha de produtos**. Disponível em: <http://abelhao.8m.com>. Acesso em: 28 set. 2010.

BECKER-RATERINK, S.; MORAES, W. B. C.; QUIJANO-RICO, M. **La roya del cafeto-conocimiento y control**. Deutsche: Gesellschaft für Technishe Zusammenarbeit, 1991. 281 p.

BRASIL. **Lei nº 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm>. Acesso em: 10 jun. 2010.

CANTERI, M. G. et al. Aplicações da computação na fitopatologia. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 12, p. 243-285, 2004.

_____. SASM Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CARNEIRO, S. M. de T. P. G. et al. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 31-36, jan./mar. 2007.

CARVALHO, V. L. de et al. Controle alternativo da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke*) e* desfolha do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006, Poços de Calda. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/SARC/Procafé, 2006. v. 1, p. 147-148.

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. Controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro através de diferentes esquemas de aplicação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 363-367, mar. 1999.

CHÉRIF, M. et al. Studies of silicon distribution in wounded and *Pythium ultimum* infected cucumber plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, p. 371-385, 1992.

COSTA, M. J. N.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 150-155, mar./abr. 2007.

CUNHA, R. L.; MENDES, A. N. G.; CHALFOUN, S. M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 990-996, set./out. 2004.

DAVIS, P. L.; HOFMANN, R. C. Effects of coatings on weight loss and ethanol buildup in juice of oranges. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 21, p. 455-546, 1973.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Preços pagos pelos produtores**. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

FERNANDES, A. L. T. et al. Utilização do silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro irrigado. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.

FIGUEIREDO, F. C. et al. Efeito da adubação foliar com silício líquido solúvel sobre os teores foliares de Si, K, fenóis totais, lignina e infestação por ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de janeiro: MAPA/SARC/Procafé, 2006a. v. 1, p. 288-289.

_____. Influência da adubação foliar com silício líquido solúvel na redução da incidência de doenças foliares e aumento do crescimento foliar do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de janeiro: MAPA/SARC/Procafé, 2006b. v. 1, p. 287-288.

GANADOR. **Preparo do EM-5**. Disponível em: <http://ganaderiasorganicas.blogcindario.com/2009/03/00032-como-preparar-el-em-5-em-sutocho.html>. Acesso em: 23 nov. 2007.

GARÇON, C. L. P. et al. Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 486-491, 2004.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <http://www.iapar.br>. Acesso em: 19 maio 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS DE DIREITO AMBIENTAL. **Lei nº 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o sistema orgânico de produção agropecuária. **Disponível em:** <http://www.iedaconsultoria.com.br>. Acesso em: 5 dez. 2010.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS. **IFOAM norms for organic production and processing 2005**. Disponível: <http://www.ifoam.org/>. Acesso em: 28 set. 2010.

MARTINS, M.; MENDES, A. N. G.; ALVARENGA, M. I. N. Incidência de pragas e doenças em agroecossistemas de café orgânico de agricultores familiares em Poço Fundo, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1306-1313, nov./dez. 2004.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil:** manual de recomendações. Rio de Janeiro: Procafé, 2010. 542 p.

MIRANDA, J. C. **Doenças em cultivo orgânico do cafeeiro (*Coffea arabica* L.):** epidemiologia e controle alternativo. 2007. 116 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

NATURA RURAL. **Lista de produtos da linha de agrícola**. Disponível em: <http://www.naturalrural.com.br>. Acesso em: 28 set. 2010.

PÃO DE AÇÚCAR. **Produtos de limpeza**. Disponível em: <http://www.paodeacucar.com.br>. Acesso em: 28 set. 2010.

PEREIRA, C. S. et al. Controle da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro com extrato etanólico de própolis. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 369-376, set./out. 2008.

_____. Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 223-230, 2009.

_____. Extrato etanólico de própolis (EEP) na inibição da germinação de urediniosporos da ferrugem do cafeeiro Hemileia vastatrix Berk & Cooke. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2007. 1 CD-ROM.

POZZA, A. A. A. et al. Controle químico da mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em condições de viveiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 543-545, dez. 1997.

_____. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 185-188, mar./abr. 2004.

REIS, T. H. P. et al. Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 76-80, jan./jun. 2008.

ROVESTI, L.; DI MARCO, S.; PANCALDI, D. Effect of neem kernel extract on some phytopathogenic fungi under greenhouse conditions. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Sttutgart, v. 99, n. 3, p. 293-296, 1992.

RURAL OFERTAS. **Produtos orgânicos**. Disponível em: <http://www.ruralofertas.com.br>. Acesso em: 28 set. 2010.

SAMAYOA, J. O. J.; SANCHEZ, V. G. Enfermedades foliares em café orgânico y convencional. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 58, p. 9-19, 2000.

SANTOS, D. M. **Efeito do silício na intensidade da cercosporiose *Cercospora coffeicola* (Berk. & Cooke) em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SANTOS, F. S. **Epidemiologia e manejo de doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob cultivo orgânico**. 2006. 146 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SANTOS, F. S. et al. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 59-63, jan./fev. 2007.

STEINHAUER, B. Possible ways of using the neem tree to control phytopathogenic fungi. **Plant Research and Development**, Hamburg, v. 50, p. 83-92, 1999.

TEODORO, V. C. de A. et al. **Bases para a produção de café orgânico**. Lavras: UFLA/PROEX, 2001. 101 p.

VOSSEN, H. A. M. van der. A critical analysis of the agronomic and economic sustainability of organic coffee production. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 41, p. 449-473, 2005.

WEINTRAUB, P. G.; HOROWITZ, A. R. Systemic effects of a neem insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 25, n. 4, p. 283-289, 1997.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do. Perdas na produtividade e qualidade do cafeeiro causadas por doenças bióticas e abióticas. In: _____. **Produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 83-179.