

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CULTIVO CONSORCIADO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) E
CULTIVARES DA NOGUEIRA-MACADÂMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden
e Betcher) SOB OS REGIMES SEQUEIRO E IRRIGADO**

MARCOS JOSÉ PERDONÁ

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU-SP
Julho - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CULTIVO CONSORCIADO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) E
CULTIVARES DA NOGUEIRA-MACADÂMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden
e Bette) SOB OS REGIMES SEQUEIRO E IRRIGADO**

MARCOS JOSÉ PERDONÁ

Orientador: Prof. Dr. Rogério Peres Soratto

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU-SP
Julho - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P433c Perdoná, Marcos José, 1970-
Cultivo consorciado do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) e cultivares da noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betché) sob os regimes sequeiro e irrigado / Marcos José Perdoná. - Botucatu : [s.n.], 2013
x, 130 f. : tabs., gráfs., il. color., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Rogério Peres Soratto
Coorientador: Maura Seiko Tsutsui Esperancini
Inclui bibliografia

1. Café - Cultivo. 2. Café - Irrigação. 3. Noz macadâmia - Cultivo. 4. Noz macadâmia - Irrigação. 5. Arborização. I. Soratto, Rogério Peres. II. Esperancini, Maura Seiko Tsutsui. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: "CULTIVO CONSORCIADO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) E CULTIVARES DA NOGUEIRA-MACADÂMIA (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche) SOB OS REGIMES SEQUEIRO E IRRIGADO"

ALUNO: MARCOS JOSÉ PERDONÁ

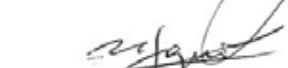
ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO PERES SORATTO

CO-ORIENTADORA: PROF^ª DR^ª MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

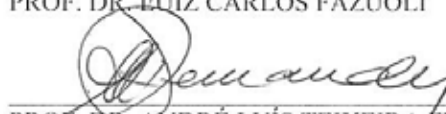
Aprovado pela Comissão Examinadora




PROF. DR. ROGÉRIO PERES SORATTO




PROF. DR. LUIZ CARLOS FAZUOLI



PROF. DR. ANDRÉ LUÍS TEIXEIRA FERNANDES



PROF^ª DR^ª HEVERLY MORAIS



PROF. DR. MARCELO DE ALMEIDA SILVA

Data da Realização: 04 de julho de 2013.

Agradeço

A *Deus*, pela infinita Bondade e Compreensão.

Ao *Cristo*, que é o Caminho.

Ao Amigo Dr. *Celso Charuri*, que se deu como Exemplo, por dar Esperança, por todos os momentos de Emoção vividos e por Ensinar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. *Rogério Peres Soratto*, pela amizade, paciência, ajuda incondicional, pelo exemplo de dedicação e entusiasmo.

Aos amigos da CATI e da APTA, com que convivo, admiro e respeito.

À FAPESP, pelo apoio financeiro para a condução da pesquisa.

A todos os colegas Eng. Agrônomos e cafeicultores com quem tenho convivido e aprendido.

Ofereço

Aos meus pais queridos, *Antônio e Iracy*, que me deram a oportunidade da vida, conduziram meus primeiros passos, acolhem e cuidam de todos nós.

À minha irmã e irmão, *Margareth e Tico*, por me darem guarida, pela docilidade, pelo empenho e pelo exemplo de dedicação ao Propósito.

À minha irmã e irmão, *Mara e João*, pelo exemplo de dedicação e determinação, pelo apoio e torcida.

Aos meus queridos *Lui, Fernando, Iago, Giovanna e Eduarda*, seres evoluídos e orgulhos da nossa família.

Aos Homens de Boa Vontade, que se dedicam à construção de um Mundo Bem Melhor.

À família Luis Pedro, pelo carinho e convívio harmonioso.

Aos meus Tios, Tias e Primos, por todos esses anos de agradável convívio.

Dedico

À *Dra. Andréa*, minha Flor, meu Amor, que com sua Doçura e Simplicidade cativa a todos, inclusive a mim, todos os dias, desde a primavera em que a conheci.

O Grande Homem

“Mantém o seu modo de pensar independentemente da opinião pública.

É tranquilo, calmo, paciente, não grita nem desespera.

Pensa com clareza, fala com inteligência, vive com simplicidade.

É do futuro, e não do passado.

Sempre tem tempo.

Não despreza nenhum ser humano.

Causa a impressão dos vastos silêncios da natureza: o céu.

Não é vaidoso.

Como não anda à cata de aplausos, jamais se ofende.

Possui sempre mais do que julga merecer.

Está sempre disposto a aprender, mesmo das crianças.

*Vive dentro de seu próprio isolamento espiritual,
aonde não chegam nem o louvor nem a censura.*

Não obstante, seu isolamento não é frio: ama, sofre, pensa, compreende.

O que você possui: dinheiro, ou posição social, nada significa para ele.

Só lhe importa o que você é.

Despreza a opinião própria, tão depressa verifica o seu erro.

Não respeita usos estabelecidos e venerados por espíritos tacanhos.

Respeita somente a verdade.

Tem mente de homem e coração de menino.

Conhece-se a si mesmo, tal qual é, e conhece a Deus.”

Autor desconhecido

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	X
1 RESUMO	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	08
4.1 Cultura do café	08
4.2 Irrigação da cultura do café.....	11
4.3 Sombreamento e arborização da cultura do café.....	13
4.4 Cultura da noqueira-macadâmia.....	20
4.5 Cultivo consorciado de café e noqueira-macadâmia.....	26
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1 Caracterização das áreas experimentais	28
5.2 Experimento I.....	30
5.2.1 Delineamento experimental e tratamentos	30
5.2.2 Implantação e condução do experimento	30
5.3 Experimento II.....	34
5.3.1 Delineamento experimental e tratamentos	34
5.3.2 Implantação e condução do experimento	34
5.4 Avaliações	36
5.4.1 Avaliações da noqueira-macadâmia.....	36
5.4.2 Avaliações dos cafeeiros	38
5.5 Análise estatística.....	39
5.5.1 Experimento I.....	39
5.5.2 Experimento II.....	39
5.6 Análise econômica.....	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1. Experimento I.....	42
6.1.1. Crescimento e produção das noqueiras-macadâmia.....	42

6.1.2. Crescimento e produção dos cafeeiros	58
6.1.3. Desempenho do consórcio	67
6.1.4. Resultados econômicos	68
6.2. Experimento II.....	72
6.2.1. Crescimento e produção das noqueiras-macadâmia.....	72
6.2.2. Crescimento e produção dos cafeeiros	82
6.2.3. Desempenho do consórcio	95
6.2.4. Resultados econômicos	96
7 CONCLUSÕES	100
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
9 APÊNDICE	115

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Dados médios mensais de temperatura média (TM) e precipitação pluvial mensal (PP), no período de janeiro de 2006 a março de 2013, Dois Córregos-SP	29
2 Preços dos insumos, serviços e da venda de café e noz-macadâmia, 2012..	41
3 Altura da planta (m) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico..	43
4 Diâmetro da copa (m) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	44
5 Diâmetro do tronco (mm) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	45
6 Número de nozes por planta da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	48
7 Peso médio da noz (g) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	50
8 Produção de nozes (g planta ⁻¹) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	53
9 Peso médio da amêndoa (g) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	54
10 Taxa de recuperação de amêndoas (%) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	56
11 Produção de amêndoas (g planta ⁻¹) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	57
12 Altura da planta (m) de café arábica em função do sistema de cultivo e do regime hídrico.	60
13 Diâmetro do tronco (mm) da planta de café arábica em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	61
14 Produção de grãos beneficiado (g planta ⁻¹) de café arábica, em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	63
15 Produtividade de grãos beneficiado (sc ha ⁻¹) de café arábica, em função do sistema de cultivo e do regime hídrico	65

Tabela.....	Página
16 Produtividades de café e noqueira-macadâmia nas cinco primeiras safras, em três sistemas de cultivo (café solteiro, macadâmia solteira e consórcio entre elas), com e sem irrigação, em Dois Córregos-SP, de 2008 a 2013.	68
17 Custo de produção (CP), receita bruta (RB) e resultados econômicos acumulados (RA), em R\$ ha ⁻¹ , da implantação até a quinta safra das culturas do café, da noqueira-macadâmia e do consórcio entre elas, com e sem irrigação, em Dois Córregos - SP, de 2006 a 2013	69
18 Altura da planta (m) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento	73
19 Diâmetro da copa (m) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	74
20 Diâmetro do tronco (mm) de cultivares noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	76
21 Número de nozes por planta de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	77
22 Peso médio da noz (g) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	78
23 Produção de nozes (g planta ⁻¹) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	79
24 Peso médio da amêndoa (g) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	80
25 Taxa de recuperação de amêndoas (%) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	80
26 Produção de amêndoas (g planta ⁻¹) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento.....	81
27 Altura da planta (m) de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento	83
28 Diâmetro do tronco (mm) de plantas de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento	86

Tabela	Página
29 Produção de grãos beneficiados (g planta^{-1}) de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento	89
30 Produtividade de grãos beneficiados (sc ha^{-1}) de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento	93
31 Produtividade das cinco primeiras safras de café solteiro e de café e cultivares de noqueira-macadâmia (seis variedades + três tratamentos com podas) consorciados, em sistema irrigado por gotejamento, em Dois Córregos - SP, de 2008 a 2013	95
32 Custo de produção (CP), receita bruta (RB) e resultados econômicos acumulados (RA) da implantação até a quinta safra do cultivo do café solteiro e do café e cultivares de noqueira-macadâmia consorciados, em sistema irrigado por gotejamento, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013	97

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Representação esquemática das unidades amostrais (parcelas) dos sistemas de cultivo A (nogueira-macadâmia solteira), B (café solteiro) e C (nogueira-macadâmia consorciada com café), com plantas de café arábica (círculos menores) e noqueira-macadâmia (círculos maiores).....	30
2 Representação esquemática do plantio consorciado de plantas de café arábica (círculos menores) e noqueira-macadâmia (círculos maiores).....	33
3 Representação esquemática de uma parcela do consórcio de café arábica (círculos menores) com noqueira-macadâmia (círculos maiores) e indicação das posições das plantas de café dentro da parcela	39
4 Visão esquemática das fileiras consorciadas de café arábica (elipses escuras) e noqueira-macadâmia (elipses/círculos claros) aos sete anos.....	75
5 Altura das plantas de café arábica em função da posição da planta na parcela, em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento.....	84
6 Diâmetro do tronco das plantas de café arábica em função da posição da planta na parcela, em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento.....	87
7 Produção de grãos beneficiados de café arábica em função da posição da planta na parcela, em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento.....	92

1 RESUMO

O uso de irrigação pode ser uma alternativa para garantir as produções em anos de estiagem e aumentar a produtividade da cultura do café arábica, mesmo em regiões consideradas aptas à cafeicultura. Já a arborização proporciona um microclima mais favorável ao cultivo do café, o que pode ser benéfico, com melhoria na qualidade e na produção em diversas regiões. A noqueira-macadâmia pode ser uma alternativa para arborização dos cafezais e contribuir com o ingresso de novos recursos, pois, produz nozes de elevado valor. Para essa cultura, em função das práticas culturais e adubação do café, o consórcio irrigado pode ser uma alternativa para diminuir o período de retorno do investimento e alavancar seu desenvolvimento. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e a produtividade do café arábica e da noqueira-macadâmia em cultivo solteiro e consorciado, em condições de sequeiro e irrigado, bem como suas rentabilidades e o período de retorno do investimento. Para isso, dois experimentos foram instalados em fevereiro de 2006 e conduzidos por sete anos consecutivos no município de Dois Córregos, região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. O experimento I foi conduzido em esquema fatorial 3x2, com três sistemas de cultivo (A - noqueira-macadâmia solteira (cv. IAC 9-20), B - café solteiro (cv. Obatã IAC 1669-20) e C - noqueira-macadâmia consorciada com café), dois regimes hídricos (sem e com irrigação por gotejamento) e dez repetições. O experimento II foi constituído por dez tratamentos, ou seja, o cultivo do café solteiro (cv. Obatã IAC 1669-20) e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia (HAES 344, HAES 660, HAES 816, IAC 9-20 com poda, IAC 4-12B com poda,

IAC 4-20 com poda, IAC 9-20 sem poda, IAC 4-12B sem poda, IAC 4-20 sem poda), todos em condições irrigadas. Nas condições em que o estudo foi desenvolvido, as nozeiras-macadâmia tiveram maior crescimento e antecipação da produção quando em sistema consorciado com cafeeiro irrigado. A produção e a qualidade das nozes-macadâmia foram favorecidas pela consorciação e pela irrigação. A produtividade de amêndoas no sistema de consórcio irrigado foi 27%, 133% e 251% superior aos sistemas de cultivo solteiro irrigado, consorciado sequeiro e solteiro sequeiro, respectivamente. A altura dos cafeeiros foi maior no sistema irrigado e, quando cultivados em consórcio com cultivares de noqueira-macadâmia nacionais sem poda, apresentaram estiolamento e redução do diâmetro do tronco e da produtividade. A produtividade do café foi, em média, 60% superior sob irrigação, mas não foi afetada pelo consórcio nesta condição. Em condições de sequeiro, o consórcio aumentou a produção de café em 10%. Tanto a irrigação, quanto a consorciação, reduziu o período de retorno do investimento de ambas as culturas. O período de retorno do investimento foi de cinco anos para os tratamentos café irrigado e consórcio irrigado, e a rentabilidade do último foi 71% superior à do primeiro. Para o tratamento consórcio sequeiro o período de retorno foi de seis anos e para os demais tratamentos foi maior que sete anos. As cultivares de noqueira-macadâmia de origem havaiana tiveram maior crescimento vertical e menor crescimento horizontal que as cultivares nacionais e podem ser conduzidas em sistema consorciado com cafeeiros, necessitando de poucas podas. As cultivares nacionais foram mais produtivas, mas para se manterem em sistemas mecanizados exigem mais podas, tendo suas produtividades próximas às cultivares havaianas. Assim, em sistemas consorciados aptos à mecanização, a cultivar HAES 816 é a mais indicada, já para sistemas não mecanizados e/ou para consórcio provisório com café arábica, indica-se a cultivar IAC 4-12B, por ser a mais produtiva. O cultivo consorciado com as diversas cultivares de noqueira-macadâmia, com ou sem o uso de podas, apresentou resultados econômicos superiores ao cultivo de café solteiro. O consórcio com a cultivar HAES 816 irrigado teve o melhor resultado econômico, sendo 104% superior ao cultivo de café solteiro irrigado.

Palavras-chave: arborização, irrigação, consorciação, noz, amêndoa, retorno econômico.

INTERCROPPED CULTIVATION OF COFFEE (*Coffea arabica* L.) AND CULTIVARS OF MACADAMIA NUT (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche) UNDER RAINFED AND IRRIGATED REGIMES. Botucatu, 2013. 130p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARCOS JOSÉ PERDONÁ

Adviser: ROGÉRIO PERES SORATTO

Co-adviser: MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

2 SUMMARY

Using irrigation may be an option to ensure production in drought years and increase yield of arabica coffee plantations, including in regions deemed fit for coffee growing. On the other hand, afforestation affords a microclimate that is more suitable to coffee growing, which may be of advantage, with improved quality and production in many different regions. Macadamia trees may be an option for afforesting coffee plantations, besides contributing to inflow of resources, seeing that macadamia produce high-priced nuts. Regarding such crop, in view of coffee growing and manuring practices, irrigated intercropping may be an option toward shortening the return-on-investment period and leveraging the development thereof. Therefore, the objective of this study was to evaluate growth and yield of arabica coffee and macadamia trees plantations, under sole and intercropping systems, in rainfed and drip-irrigated conditions, as well as their profitability and payback period of the investment and the payback period. Accordingly, two experiments have been set in February 2006 and conducted during seven consecutive years in the town of Dois Córregos, Midwest region of the State of São Paulo. The experimental design was a completely randomized. Experiment I was arranged in a 3x2 factorial scheme, with three growing systems (A – macadamia trees sole cropping (cv. IAC 9-20); B – coffee trees sole cropping (cv. Obatã IAC 1669-20); and C – macadamia trees intercropped with coffee trees), two water regimes (with and without drip irrigation) and ten replications. Experiment II was comprised of ten treatments, i.e., coffee sole (cv. Obatã IAC 1669-20) cropping and coffee

intercropped with macadamia tree cultivars (HAES 344, HAES 660, HAES 816, IAC 9-20 with pruning, IAC 4-12B with pruning, IAC 4-20 with pruning, IAC 9-20 without pruning, IAC 4-12B without pruning, and IAC 4-20 without pruning), all in irrigated conditions. In conditions in which the study was conducted, macadamia trees reached a higher growth and accelerated production when intercropped with coffee trees and under irrigation. The macadamia nut production and quality were benefited by intercropping and irrigation, while almond yield under irrigated intercropping ranked 27%, 133% and 251% above irrigated sole cropping, rainfed intercropping, and rainfed sole cropping, respectively. The height of the coffee was higher in the irrigation system, and when grown intercropped with Brazilian cultivars of macadamia trees without pruning, showed etiolation and reduction of stem diameter and yield. On the average, coffee production ranked 60% higher under irrigation, but was not influenced by intercropping in such condition. In rainfed condition, intercropping increased coffee production by 10%. Both irrigation as intercropping, reduced the payback period of both cultures. The payback period was five years for irrigated coffee and irrigated intercropping treatments, and profitability of the latter was 71% higher than the first. For rainfed intercropping treatment, the payback period was six years and the other treatments was greater than seven years. Hawaiian cultivars of macadamia tree showed higher vertical growth and lower horizontal growth than Brazilian cultivars, and may be conducted in a system intercropped with coffee trees, requiring little pruning. Brazilian cultivars of macadamia trees are more productive; however, they take more pruning in order to be kept in mechanized systems, the yields of which are on the level with Hawaiian cultivars. Hence, in intercropping systems fit for mechanization, cultivar HAES 816 is the best option, while in non-mechanized systems and/or provisional intercropping with arabica coffee, IAC 4-12B is the best option, for being the most productive. Intercropping with the several cultivars of macadamia tree, with or without pruning, showed economic results exceeding those from coffee sole cropping. The irrigated intercropping cultivation of arabica coffee with cultivar HAES 816 delivers the best economic results and is 104% higher than coffee irrigated sole cropping.

Keywords: afforestation, irrigation, intercropping, nut, almond, economic return.

3 INTRODUÇÃO

A produção e comercialização de cafés envolvem aproximadamente 500 milhões de pessoas e US\$ 90 bilhões por ano no mundo (DAMATTA et al., 2007). O Brasil é o maior produtor e exportador, com cerca de 35% da produção mundial (CONAB, 2013) e o Estado de São Paulo participa com 10% da produção nacional. Porém, produtores e pesquisadores buscam alternativas para melhorar a rentabilidade e a sustentabilidade da cultura, e assim, ampliar novamente o parque cafeeiro do Estado.

No Estado de São Paulo, a cultura do café arábica (*Coffea arabica* L.) desenvolveu-se em regiões com condições edafoclimáticas consideradas favoráveis à cultura e a não necessidade do uso da irrigação foi considerada uma vantagem econômica na produção em relação às outras regiões do país. Entretanto, mesmo nas regiões consideradas, aptas à cafeicultura sem o uso de irrigação, a baixa disponibilidade de água afeta a lavoura em praticamente todas as épocas do ano e essas sofrem com o efeito das estiagens, indicando a necessidade e a viabilidade da adoção da prática da irrigação.

Contudo, a irrigação é uma tecnologia que requer investimentos representativos e, grande parte do seu sucesso depende do manejo adequado do sistema, condições que nem sempre podem ser cumpridas por pequenos produtores, que representam a maior parte da cafeicultura paulista. Assim, é importante que informações consistentes, obtidos a campo, sobre as produtividades e os resultados econômicos reais, possam ser oferecidos aos produtores de café que pretendem adotar este sistema em suas propriedades.

Outra alternativa é o uso da arborização, pois, o ingresso de recursos extras pode tornar a cafeicultura arborizada um negócio mais viável que a solteira em muitas regiões produtoras. Estudos sobre os efeitos do sombreamento no cultivo dos cafeeiros foram iniciados há muito tempo, e diversos efeitos benéficos foram encontrados, mesmo assim, a maioria dos cultivos no Brasil se dá a pleno sol, com a justificativa de que a arborização dificulta a mecanização e diminui a produção do café.

Sabe-se, entretanto, que o cafeeiro se desenvolveu em condições de sub-bosque, e cultivos arborizados que produzam condições próximas àquelas consideradas ideais para o desenvolvimento e frutificação do cafeeiro, podem colaborar para o aumento das produtividades, e ainda, promover ingresso de recursos extras aos produtores. Nesse contexto, o cultivo consorciado do café com noqueira-macadâmia pode apresentar bons resultados, uma vez que esta produz nozes de alto valor no mercado.

As noqueiras-macadâmia são árvores nativas da Austrália e são bem adaptadas às regiões cafeeiras. As principais cultivares plantadas no Brasil foram desenvolvidas no Hawaii Agricultural Experiment Station (HAES) e no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), e apresentam conformações de copas bastante distintas entre si. O Brasil está entre os países com maior potencial para produção de noz macadâmia no mundo, mas as produtividades alcançadas em sistema solteiro no país são pouco satisfatórias. O longo período juvenil da noqueira torna o período do retorno financeiro elevado, e a consorciação com outras culturas e o uso de irrigação parecem ser hoje as opções mais viáveis para impulsionar a expansão dessa cultura no país.

Resultados de pesquisas evidenciam os efeitos benéficos da arborização dos cafeeiros com noqueira-macadâmia, diminuindo a velocidade dos ventos e a amplitude térmica. Assim, cultivares de noqueira-macadâmia produtivas e que tenham pouca competição com cafeeiros tem grande potencial para a arborização e ainda podem aumentar a rentabilidade dos cafeicultores, tornando o sistema consorciado vantajoso em relação ao cultivo a pleno sol. Porém, a maioria dos aspectos fitotécnicos e econômicos que envolvem este consórcio ainda são desconhecidos e demandam pesquisas.

O presente trabalho testou as seguintes hipóteses: a) a arborização com noqueira-macadâmia interfere no crescimento e na produtividade do café arábica; b) o cultivo consorciado com café arábica influencia o crescimento, a antecipação da produção, a

produtividade e a qualidade dos frutos da noqueira-macadâmia; c) há diferenças de crescimento e produção, entre as cultivares de noqueira-macadâmia em condições de consórcio com o cafeeiro arábica; d) há cultivares de noqueira-macadâmia mais indicadas para o sistema de consórcio com o cafeeiro arábica; e) o cultivo consorciado de café arábica e noqueira-macadâmia pode apresentar maior retorno econômico que os cultivos destas culturas em sistema solteiro e; f) a irrigação pode promover aumento da produtividade e diminuição do período de retorno do investimento no cultivo do café arábica, da noqueira-macadâmia e do consórcio dessas culturas, nas condições do Centro-Oeste paulista.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento e a produtividade do café arábica e da noqueira-macadâmia em cultivo solteiro e consorciado, em condições de sequeiro e irrigado por gotejamento, bem como sua rentabilidade o período de retorno do investimento das culturas do café arábica e da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do uso da irrigação.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultura do café

Entre mais de 90 espécies do gênero *Coffea*, somente *C. arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* Pierre ex A. Froehner (café robusta ou conilon) têm importância econômica (DAMATTA; RAMALHO, 2006), sendo que o primeiro representa mais de 60% do café comercializado no mundo (IOC, 2013). O café é a mercadoria mais comercializada depois do petróleo, seu fruto dá origem a mais importante “commodity” agrícola e movimentada anualmente cerca de US\$ 90 bilhões, envolvendo 500 milhões de pessoas, e, somente no Brasil, sua cadeia produtiva ocupa mais de 20 milhões de pessoas nas atividades de cultivo, processamento pós-colheita, transporte e comercialização (AGRIANUAL, 2008; DAMATTA et al., 2007).

Na safra 2012, a produção mundial de café foi de 144,1 milhões de sacas e o Brasil, maior produtor, com uma área plantada de 2,33 milhões de hectares, colheu 50,8 milhões de sacas (38,3 de arábica e 12,5 de conilon), ou seja, mais de 35% do café produzido no mundo, sendo também o maior exportador mundial do grão com 20,4 milhões de sacas, que renderam ao país cerca de US\$ 4,2 bilhões (ICO, 2013; CECAFÉ, 2013; CONAB, 2013). No Estado de São Paulo foram colhidos 5,4 milhões de sacas do produto beneficiado na safra 2012 em uma área cultivada de 17.525 ha que teve incremento de 3,3%, no último ano. Os números contabilizados confirmam tendência já observada de recomposição da cafeicultura paulista em patamar de maior eficiência técnico-produtiva e de qualidade (CONAB, 2013). Porém, a produtividade ainda é bastante inferior à média das principais regiões cafeeiras do

Brasil e apesar do Estado deter a maior parte do parque de empresas torrefadoras, que demandam matéria-prima, sua produção está na faixa de 10% da nacional. Isso demonstra que há espaço para o crescimento da produção no Estado. Técnicas que melhorem a rentabilidade e a sustentabilidade das propriedades que cultivam café podem dar um novo impulso ao desenvolvimento da cafeicultura paulista e estudos que envolvam tais manejos requerem bons conhecimentos sobre a fisiologia e a ecofisiologia do cafeeiro.

Originário do continente Africano, o cafeeiro arábica é um arbusto perene que desenvolveu-se em condições de sub-bosque nas florestas latifoliadas das regiões de Jimma e Kaffa, na Etiópia, e no platô de Boma, no Sudão. Estas regiões, situadas entre 6 e 9° de latitude Norte e 34 e 40° de longitude Leste, apesar de estarem na faixa equatorial, apresentam clima ameno em função da altitude (de 1600 a 2000 m). As precipitações são bem distribuídas, com no máximo 3 a 4 meses secos no inverno e total anual em torno de 1500 a 1800 mm (WRIGLEY, 1988; DAMATTA et al., 2007). Em regiões com temperaturas médias anuais inferiores a 18 °C, a ocorrência de geadas e ventos frios, limitam a exploração econômica da cultura (CAMARGO, 1985a). Já as temperaturas elevadas prejudicam o desempenho vegetativo e reprodutivo do cafeeiro (CAMARGO; SALATI, 1967). Temperaturas médias acima de 30 °C podem provocar amarelecimento e “escaldadura” na folhagem e quando ocorrem na fase do florescimento, provocam o aparecimento de botões mal formados (“estrelinhas”) e abortamento dos botões florais, principalmente em condições de solo seco (CAMARGO, 1985b; MATIELLO et al., 2002; DAMATTA, 2004). A qualidade dos frutos também é prejudicada em regiões com temperaturas médias acima de 23 °C, pois os frutos amadurecem mais rapidamente (CAMARGO, 1985b).

Algumas divergências podem ser encontradas com relação às condições ideais de cultivo. Para Franco (1970), as temperaturas diurna e noturna ótimas para o desenvolvimento das plantas de café são respectivamente 23 e 17 °C. Camargo (1985a) considera aptas as regiões com temperaturas médias anuais entre 18 e 22 °C, marginal a faixa de 22 a 23 °C, e, acima de 23 °C e abaixo de 18 °C regiões inaptas. Matiello et al. (2002) consideram aptas as regiões com temperaturas entre 19 e 22 °C e Maestri et al. (2001) mencionam faixas mais amplas, entre 15 a 24 °C. DaMatta (2004) acredita que a faixa de temperatura ótima para fotossíntese dos cafeeiros possa ser mais ampla, uma vez que em sua revisão verificou que taxas de fotossíntese relativamente altas podem ser mantidas com

temperaturas acima de 30 °C em cafeeiros arábicas aclimatados, porém para Kumar e Tieszen (1980) altas temperaturas causam redução nas taxas fotossintéticas e a temperatura ótima para fotossíntese fica em torno de 26 °C, e com temperaturas acima de 45 °C a fotossíntese é quase nula. Verifica-se, portanto, que sistemas de cultivos como os arborizados, que possibilitem a diminuição da amplitude térmica e que produzam condições próximas àquelas consideradas ideais para o desenvolvimento e frutificação do cafeeiro, podem efetivamente colaborar para o aumento das produtividades nas diversas regiões produtoras, mas principalmente naquelas com menor aptidão ao cultivo.

Já as necessidades hídricas do cafezal dependem das propriedades de retenção de água do solo, umidade atmosférica, cobertura de nuvens e práticas de cultivo (DAMATTA et al., 2007). A disponibilidade hídrica é importante durante o período de vegetação e frutificação dos cafeeiros: setembro a junho, na maioria das regiões produtoras brasileiras, enquanto que períodos secos são desejados durante a maturação e colheita dos frutos, entre junho e setembro (CAMARGO; CAMARGO, 2001). Para os últimos autores, uma florada abundante, desejável para se obter uniformidade na maturação, se verifica quando o cafeeiro passa por um período de restrição hídrica na terceira fase do seu ciclo fenológico, sendo essa desejável. Porém, déficits hídricos associados a temperaturas elevadas durante a florada provocam a morte dos tubos polínicos, causando abortamento de flores, chamadas “estrelinhas”. Já na fase de crescimento dos frutos, a indisponibilidade de água produz grãos de peneira baixa e na fase de granação pode causar o aparecimento de grãos chochos, afetando diretamente a produção.

Apesar de ser cultivado em regiões com médias anuais de 800 mm até mais de 2000 mm (DAMATTA; RENA, 2002), o regime pluviométrico ideal para o cafeeiro fica em torno de 1200 a 1800 mm (ALEGRE, 1959). A cultura pode suportar períodos de deficiência hídrica de até 200 mm em solos com boa capacidade de retenção de água, entretanto, uma deficiência hídrica inferior a 100 mm no período de frutificação, causa quebras significativas na produtividade (CAMARGO, 1985b). Ressalta-se que as maiores produtividades conseguidas no Brasil ocorrem em lavouras sob condições de irrigação, como no caso do cerrado mineiro, com média de 39 sacas por hectare no último biênio, enquanto em São Paulo, com a maioria do cultivo em sequeiro, a produtividade média foi de 24,5 sacas por hectare para o mesmo período (CONAB, 2013).

As discussões sobre irrigação e arborização das lavouras cafeeiras no Brasil e no Estado de São Paulo se tornam mais importante na medida em que a variabilidade climática é o principal fator responsável pelas oscilações e frustrações da produção das safras de café e alterações climáticas, como o anunciado aquecimento global, causam diminuições nas produções sendo cada vez mais necessário o uso de medidas mitigadoras (CAMARGO, 2010). Estudos que contribuam para o desenvolvimento da cultura dentro do contexto das mudanças climáticas são necessários diante do fato de que a cafeicultura poderá sofrer sérias reconfigurações geográficas acarretando prejuízos econômicos e sociais, na perspectiva do aquecimento global (COLTRI, 2012). Nesse contexto, Fazuoli et al. (2007) sugerem o uso da irrigação e da arborização como técnicas de mitigação para o possível cenário de aquecimento global e seus efeitos na cafeicultura.

4.2 Irrigação da cultura do café

O início das pesquisas com irrigação de cafezais no Brasil ocorreu em meados de 1946, no Instituto Agrônomo de Campinas. Os trabalhos realizados no período de 1946 a 1973, com os equipamentos de irrigação disponíveis na época, demonstravam poucas respostas positivas. Porém, em meados de 1985, o Instituto Brasileiro do Café (IBC) verificou que em todas as fases da cultura (crescimento, diferenciação floral e frutificação) a deficiência hídrica conduz a prejuízos substanciais e, por vezes, à inviabilidade técnica e econômica da cultura em determinadas regiões (SANTINATO; FERNANDES, 2002). Hoje, pelo uso da irrigação, as regiões como o Cerrado Mineiro e o Oeste Baiano, consideradas marginais, alcançam as mais altas produtividades do país (ALVES et al., 2000). A base para identificar regiões cafeeiras com necessidade de irrigação é definida pelo zoneamento agroclimático, através do balanço hídrico climatológico, que se constitui no sistema contábil de monitoramento da água no solo, e a irrigação não é uma prática recomendada extensivamente para as regiões zoneadas como climaticamente aptas à cafeicultura (SOUZA, 2001).

No Estado de São Paulo, a cafeicultura desenvolveu-se em regiões com condições edafoclimáticas consideradas favoráveis à cultura, assim, a não necessidade do uso da irrigação foi considerada por muito tempo como uma vantagem econômica na produção em relação às outras regiões do país (PERDONÁ et al., 2012b). Entretanto, mesmo nas regiões consideradas aptas à cafeicultura sem o uso de irrigação pelo zoneamento

agroclimático, a indisponibilidade de água pode afetar a lavoura em praticamente todas as épocas do ano. A ocorrência de déficit hídrico em janeiro, fevereiro ou março pode provocar perdas de até 40% no crescimento de internódios, em abril e maio provoca a paralisação de crescimento, em agosto e setembro ocasiona desfolha e seca de ramos, e, em novembro e dezembro pode reduzir o crescimento em até 60%. Já na fase reprodutiva, ocorrendo déficit hídrico durante os meses de abril a agosto, a floração poderá ser nula e entre setembro e outubro pode levar a desidratação das flores e seu abortamento (SANTINATO, 2001).

O estado hídrico das células do cafeeiro afeta sensivelmente a expansão celular, a abertura estomática e a fotossíntese (DAMATTA et al., 1996), e trabalhos nas diversas regiões cafeeiras aptas demonstram que os parâmetros de desenvolvimento das plantas (diâmetro do caule, copa, altura e número de ramo) sofrem grande influência da irrigação (ARAÚJO, 1982; MATIELLO; DANTAS, 1987; ALVES et al., 2000; FARIA; SIQUEIRA, 2005; CARVALHO et al., 2006; COSTA et al., 2010). Aspectos relativos à produção também foram avaliados em diversas regiões, sempre com resultados favoráveis aos cultivos irrigados (GOMES et al., 2007; SILVA et al., 2008a; LIMA et al., 2008).

Para Carvalho et al. (2006), a ocorrência de veranicos compromete a produtividade das lavouras cafeeiras no Sul de Minas, região considerada livre de déficit hídrico. Gomes et al. (2007) obtiveram produtividades de 45,1 sacas ha⁻¹ e 22,5 sacas ha⁻¹, respectivamente, em lavouras irrigadas e não irrigadas nessa região. De acordo com Alves (1999), a implantação da irrigação em áreas tradicionais de cafeicultura é justificada tanto na região Sul de Minas, como em outras também consideradas climaticamente livres de déficit hídrico para o cafeeiro, como o caso de São Paulo, pelo fato destas sofrerem, na maioria das vezes, o efeito de estiagens (veranicos) nos períodos críticos de demanda de água pelo cafeeiro. Segundo Souza (2001), inúmeros autores e empresas de equipamentos de irrigação vêm ressaltando que essas regiões sofrem com o efeito de déficits hídricos, indicando a necessidade e a viabilidade da adoção da prática da irrigação. Assim, o uso da irrigação suplementar tem se mostrado vantajoso até mesmo em locais com curtos períodos de deficiência hídrica, mas que coincidem com as fases críticas da cultura, sendo uma técnica em considerável expansão (SOARES et al., 2005). Na região Centro-Oeste paulista, com a crise de preços iniciada da década de 1990, produtores tiveram que alterar os seus sistemas produtivos para se manter na atividade, adotando melhores técnicas de condução e utilizando

mais intensamente práticas de irrigação (ESPERANCINI; PAES, 2005). Além disso, hoje, devido às mudanças climáticas, em função da ocorrência de temperaturas elevadas, recomenda-se o cultivo do café sob condição de irrigação, no Centro-Oeste paulista, a fim de garantir a produtividade, pois a irrigação pode funcionar como regulador térmico, evitando o abortamento das flores (ASSAD et al., 2004).

Contudo, a irrigação é uma tecnologia que requer investimentos representativos (SILVA et al., 2003) e grande parte do seu sucesso depende do manejo adequado do sistema (LIMA et al., 2008; SILVA et al., 2008a), condições que nem sempre podem ser cumpridas por pequenos produtores, que representam a maior parte da cafeicultura paulista (PERDONÁ et al., 2012b). Kobayashi et al. (2008) consideram que, dentre os principais fatores da sustentabilidade da cafeicultura moderna, a utilização de modo racional dos recursos naturais, principalmente da água, é um importante fator. A garantia da plena utilização dos sistemas de irrigação, assim como esclarecimentos confiáveis desses sistemas de cultivo com trabalhos desenvolvidos a campo e seus resultados econômicos devem ser disponibilizados aos produtores de café do Estado que pretendam adotar o uso deste sistema em suas propriedades.

4.3 Sombreamento e arborização da cultura do café

Muito embora os estudos sobre os efeitos do sombreamento no cultivo dos cafeeiros já tenham sido iniciados há bastante tempo, as discussões sobre os benefícios e malefícios desse manejo e sobre qual é o melhor sistema de cultivo para o cafeeiro, ainda não se esgotaram. No Brasil, existe uma grande demanda de conhecimento sobre estes sistemas de produção em termos agrônômicos e econômicos e existe pouca informação qualificada sobre as práticas de manejo que permitam um desempenho razoável destes sistemas de produção (JARAMILLO-BOTERO et al., 2006).

Conforme citado, o café arábica tem sua origem nas florestas dos altiplanos do Leste da África, sendo uma planta que vegeta e produz bem em áreas sombreadas de altitude e em climas úmidos. Assim, espera-se que o manejo do café que mais se assemelhe às suas condições de origem possa proporcionar os melhores resultados. Países como Etiópia, Indonésia e Nova Guiné apresentam praticamente todos os cafezais cultivados sob sombra, assim como na América Latina, os cafés do sul do México, norte da Nicarágua,

Costa Rica, El Salvador, Peru, Panamá e Guatemala também o são. Porém, o cafeeiro passou por décadas de melhoramento que acabou por selecionar plantas muito produtivas a pleno sol (café solteiro), sendo esta a principal modalidade de cultivo no Brasil hoje (DAMATTA et al., 2007). Desde o século 19, muitos trabalhos já foram publicados, evidenciando as vantagens e desvantagens na adoção do sistema arborizado (BEER et al., 1998; PEZZOPANE et al., 2011). Cada um deles pesa em prol ou contra a adoção do sistema e tentam orientar os produtores em suas decisões sob o manejo mais adequado.

Com relação à preservação dos recursos naturais, o escoamento e a perda de solo são menores em plantios sombreados quando comparados com os a pleno sol (LEON, 1990) e espécies de sombreamento têm potencial para reduzir a contaminação das águas em áreas de cafeicultura intensiva. Babbar e Zak (1995) relatam que perdas anuais por lixiviação estão entre 5 a 9 kg N ha⁻¹ em sistemas sombreados e 24 kg N ha⁻¹ em cafezais a pleno sol. Da mesma forma, a necessidade de reduzir a contaminação ambiental por pesticidas proporciona outro argumento para a manutenção de espécies de sombra (BOYCE et al., 1994).

Além disso, segundo Matiello et al. (2002), os cafeeiros em sistemas sombreados requerem menos fertilizantes, sobretudo o nitrogenado, para produzir a mesma quantidade de grãos de café. Jaramillo-Botero et al. (2010), trabalhando com diferentes níveis de adubação obtiveram resultados semelhantes entre as plantas com baixas doses de adubo e sob 48% de sombra e as expostas a pleno sol, com a dose recomendada de adubação. Na Costa Rica, foi demonstrado esse fenômeno pela maior atividade da nitrato-redutase sob menor luminosidade, evidenciando que o café é uma planta C3, portanto o máximo de fotossíntese ocorre sob luz difusa.

Fassbender (1987), comparando o balanço nutricional de leguminosas e não-leguminosas associadas com café para sombreamento, estimaram que 60 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ foram fixados pela *Erythrina poeppigiana*. Porém, mesmo nas espécies não fixadoras, a capacidade em produzirem uma quantidade elevada de material orgânico, como por exemplo, os resíduos da poda, podem ser mais importantes que a própria fixação biológica de N devido aos efeitos positivos nas propriedades químicas e físicas do solo (BEER et al., 1998).

Kursten e Burschel (1993) calcularam que 14 a 52 Mg ha⁻¹ de C estão armazenados na biomassa da parte lenhosa das espécies de sombreamento utilizadas em cafezais, assim, comparados às culturas anuais, esses sistemas agroflorestais também

armazenam um adicional de 10 a 50 Mg ha⁻¹ de C na camada de serapilheira e na matéria orgânica do solo. Cuenca et al. (1983) constataram que as raízes de café foram infectadas com espécies de micorrizas e essas associações raízes finas-micorrizas invadem a camada de serapilheira, resultando em uma micro-estratificação entre as raízes das plantas de café e as espécies de sombreamento (HERRERA et al., 1987). Lock (1888), citado por Beer et al. (1998), também observou o aumento da serapilheira, com conseqüentemente aumento da disponibilidade de nutrientes. Com relação à flutuação das populações de pragas na cultura, a manutenção de elevadas quantidades de matéria orgânica no solo e a redução de estresses ambientais proporcionados pelo sombreamento, aumenta a tolerância dos cafezais à infestação por nematoides (*Meloidogyne* e *Pratylenchus* spp.), contudo, a escolha equivocada da espécie de sombreamento pode causar um efeito contrário (OFICAFE, 1978; ARAYA, 1994).

Admite-se também que a alta densidade de árvores resulta em altas incidências de broca (BERGAMIN, 1946) e ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Em experimento na Costa Rica, com cafezais a pleno sol e outro sob 45% de sombra, Vaast et al. (2006) observaram decréscimo de 18% na produtividade do cafezal sombreado em função da maior ocorrência de pragas. Para Wrigley (1988), a broca do café (*Hypothenemus hampei*) é favorecida pelo sombreamento dos cafezais. Entretanto, o sombreamento favorece também a persistência dos agentes de controle biológico *Beauveria bassiana* e *Cephalonomia stephanoderis*. Teodoro et al. (2009) observaram maiores densidades de ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis* McGregor) em sistema pouco sombreado, e as densidades de larva de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) diminuíram à medida que se aumentou o sombreamento do sistema.

O sombreamento excessivo também aumenta a incidência de doenças fúngicas (BEER et al., 1998), mas parece não afetar de forma significativa o aumento da principal doença, a ferrugem (ESKES, 1982). Já danos causados por cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), um fungo que pode ocasionar desfolhamento total em plantas de café, são elevados em cafezais não sombreados (NATARAJ; SUBRAMANIAN, 1975), provavelmente pelo fato da maior suscetibilidade em plantas com deficiência hídrica ou nutricional (WRIGLEY, 1988).

Em sistemas agroflorestais, as espécies utilizadas e os arranjos entre as culturas interferem na frequência, densidade e biomassa das plantas invasoras, podendo

diminuir a competição desta com a cultura do café (SCHULZ et al., 1994). O crescimento de plantas daninhas em cafezais é praticamente cessado sobre sombreamento homogêneo a partir de 40% (MUSCHLER, 1997). A seleção adequada e o manejo de espécies de sombreamento permanentes reduzem consideravelmente os custos envolvidos neste manejo (SILVA et al., 1990) e a economia resultante da ausência de plantas daninhas representa o dobro dos custos no manejo de espécies de sombreamento podadas duas vezes ao ano (ROJAS CUBERO, 1996).

O café é produto que possui grande potencial para diferenciação no mercado (SAES, 2007), por isso, além do aumento na produtividade, os cafeicultores têm como alternativa a busca por mercados diferenciados para melhorar sua renda. A descomoditização, através da diferenciação dos produtos, é uma forma de se conseguir melhores preços (KAPLINSKY; FITTER, 2001), sendo esta uma maneira de alcançar mercados específicos, com agregação de valor ao produto final.

Há controvérsias com relação a melhor qualidade dos frutos produzidos à sombra. Willey (1975), citado por Beer et al. (1998), supôs que o café produzido sob sombra apresentaria qualidade superior, porém os últimos acreditavam que o sombreamento teria pouco efeito na morfologia e, conseqüentemente, na constituição química dos frutos. Concordando, Hernández (1995) não relata diferenças significativas entre o tamanho dos grãos produzidos. Já Vaast et al. (2006) observaram que o sombreamento afetou positivamente o tamanho do grão e a sua composição, bem como a qualidade de bebida, devido ao prolongamento da fase de amadurecimento em um mês, enquanto que os teores de sacarose, ácido clorogênico e trigonelina foram maiores nos grãos do sistema a pleno sol, o que explica o maior amargor e adstringência da bebida obtida a partir desses grãos.

Hoje existe uma demanda e uma boa vontade dos consumidores em pagarem preços diferenciados por produtos sustentáveis (BOYCE et al., 1994) e o sequestro de carbono por sistemas agroflorestais é outra opção de negócios com países desenvolvidos (DIXON, 1995) o que poderá favorecer as receitas dos cultivos arborizados. O uso de árvores no sequestro de carbono tem sido proposto como meio para aumentar a renda de pequenos produtores de café no México (MOREIRA et al., 2003). Para Coltri (2012), o sistema de cafezais arborizados com noqueira-macadâmia sequestra duas toneladas a mais de carbono que os cafezais a pleno sol.

Em suma, pode-se relacionar como sendo as principais vantagens do sombreamento: produção de internódios mais longos; folhas de maior tamanho, com maior eficiência de aproveitamento da luz; redução da bienalidade de produção; menor incidência da seca de ponteiros e da cercosporiose; diminuição da desfolha e com baixo ataque de bicho mineiro; presença de controladores naturais de pragas e doenças; redução da infestação de plantas daninhas na lavoura; atenuação das temperaturas máximas e mínimas do ambiente (menor incidência de escaldadura e geadas); atenuação da ação prejudicial dos ventos; ciclagem de nutrientes; obtenção de cafés com bebida mais suave (maturação mais lenta); melhor utilização da mão de obra na entressafra; renda adicional pelo aproveitamento da espécie arbórea; manutenção da biodiversidade e como refúgio para aves migratórias (FERNANDES et al., 1986; MATIELLO, 1995; PERFECTO et al., 1996; RODRIGUES et al., 2001).

Já com relação à produtividade dos cafezais, pode-se encontrar informações contraditórias do sombreamento. Lagemann e Heuvel dop (1983) relataram que a maior densidade de sombreamento pode ter um efeito negativo na produção de café enquanto que para Chamorro et al. (1994), cafezais a pleno sol podem produzir mais do que lavouras sombreadas com o mesmo manejo. Lock (1888), citado por Beer et al. (1998), observou redução da produção de café sombreados no Sri Lanka, mas para Soto-Pinto et al. (2000), cafés da América Central mostram que as porcentagens de cobertura da lavoura por árvores de sombra têm efeitos significativos nas produções de café, em que o sombreamento da lavoura entre 23 e 38% aumentou a produção de café, até 48% de cobertura a produção se manteve, e diminuiu a partir de 50% de cobertura da lavoura.

Cannell (1975) afirmou que o componente mais importante para a produção é o número de nós (gemas) formados. Jaramillo e Valencia (1980) observaram menos flores em cafezais sombreados do que em pleno sol e Montoya et al. (1961), citado por Beer et al. (1998), em trabalho com sombreamento artificial, constataram aumentos significantes nos números de nós por ramo de café e botões florais por nó à medida que a incidência de luz aumentava, e verificaram uma correlação positiva entre o aumento no número de nós por ramos e a produção no ano seguinte.

Jaramillo-Botero et al. (2010), trabalhando com diferentes níveis de sombreamento, observaram que não houve diminuição na produção das plantas sob sombra,

comparadas com plantas submetidas a pleno sol em Viçosa (MG). Para Ricci et al. (2006), cultivares de café Tupi, Icatu e Obatã não perderam produção em sistemas sombreados em Juparanã (RJ). Para Tatagiba et al. (2010), sob condições de sombreamento, as plantas aumentam sua área foliar e, com isso, aumentam a superfície fotossintetizante, promovendo maior aproveitamento das baixas intensidades luminosas, compensando, assim, as taxas fotossintéticas por unidade de áreas mais baixas, que são características de folhas de sombra.

Lock (1888), citado por Beer et al. (1998), observou que a necessidade de sombra varia em função do clima e que a sombra tem especial importância em climas quentes e secos. Em ambientes onde não ocorrem condições ideais para a cultura do café, espécies de sombreamento podem amenizar as condições extremas do microclima e proporcionar aumento na produção em relação aos ambientes a pleno sol. Em altitudes menores, por exemplo, a produtividade de cafezais a pleno sol reduz consideravelmente em virtude das altas temperaturas, enquanto que, nas maiores altitudes ela diminui em resposta às baixas temperaturas e, possivelmente, aos danos causados pelos ventos, porém, em locais onde o clima é ideal, o sombreamento pode ocasionar diminuição da produção (BEER et al., 1998). Para Muschler (1997), a contribuição da arborização seria maior em ambientes sub-ótimos de cultivo, sendo pequena, ausente ou mesmo negativa em ambientes mais próximos de um "ótimo" teórico para o cafeeiro.

Considerando-se que a irradiância de saturação para o café está compreendida entre 300 e 600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o manejo de sombreamento nas lavouras é desejável (MOREIRA et al., 2003), sendo que altas intensidades luminosas saturam o aparelho fotossintético do cafeeiro, acarretando fotoinibição (NUNES et al., 1993). Autores sugerem que o limite máximo aceitável de sombreamento em café, como planta C3 que é, está entre 40 e 70% (KUMAR; TIESZEN, 1980; MUSCHLER, 1995). Entretanto, outros autores não concordam, pois as medidas de luminosidade foram feitas em folhas individuais ou plantas isoladas, que não representam as condições que afetam a totalidade das plantas de café, em uma área a pleno sol, com alta densidade populacional, onde o auto-sombreamento tem que ser considerado (BEER et al., 1998; DAMATTA et al., 2007). Para Camargo (2010), o termo arborização indica um sombreamento mais ralo, que permita aos cafeeiros receberem uma quantidade suficiente de radiação solar, que propicie condições microclimáticas mais favoráveis e não reduza a produtividade. Para DaMatta (2004), a espécie de sombra em

cultivos arborizados de café em regiões tropicais deve cobrir cerca de 20% da superfície do terreno e Beer et al. (1998) considerou como atributos benéficos das espécies de sombreamento: pouca ramificação, fornecimento de madeira, frutas ou outros produtos úteis e raízes profundas para promover a recuperação de nutrientes do subsolo e para promover a ciclagem destes.

Diversas espécies já foram estudadas para a arborização dos cafeeiros. Na Costa Rica, a produção das cultivares Bourbon e Caturra sombreadas por *E. poeppigiana* foi igual ou até mesmo maior que a produção obtida em cafezais a pleno sol (BEER et al., 1998). Pezzopane et al. (2007), trabalhando com cafezais sombreados por banana prata-anã (*Musa* AAB) e a pleno sol, constatou que, especialmente nos cafeeiros mais próximos às bananeiras, houve diferenças significativas no crescimento vegetativo e desenvolvimento fenológico em relação aos demais pontos avaliados, acarretando menor produção por planta. Rodrigues (2009) observou que as espécies florestais cedro australiano (*Toona ciliata*, var. *Australis*) e pinus cuiabano (*Parkia multijuga*) reduziram o comprimento de ramo e número de nós de cafeeiros, provavelmente pelo excesso de sombra proporcionada pela a arquitetura das copas. No México, sobre sombreamento de *Inga jinicuil* (205 árvores ha⁻¹, com altura média de 14 m), a média das temperaturas máximas foi reduzida em 5,4 °C e a média das temperaturas mínimas aumentou em 1,5 °C, quando comparadas com cafezais a pleno sol (BARRADAS; FANJUL, 1986). Porém, as espécies de *Inga* spp. têm sido qualificadas como hospedeiros alternativos de alguns tipos de nematoides do café (ZAMORA; SOTO, 1976). Bonfim Jr. et al. (2012) também encontraram nematoides (*Pratylenchus brachyurus*) em plantas de noqueira-macadâmia no município de Charqueada (SP), mas ainda não é claro se isso aumentaria ou diminuiria a interferência dos nematoides nas plantas de café.

Apesar do aumento da dificuldade nos processos de mecanização e da diminuição da produtividade serem os fatores que mais depoem contra o uso do cultivo arborizado, o sombreamento, conduzido com espécies e espaçamentos apropriados, pode proporcionar resultados satisfatórios quando comparado ao cultivo a pleno sol. Além de minimizar a exposição do cafeeiro a riscos climáticos, dependendo da espécie utilizada, a arborização pode proporcionar a agregação de uma fonte de renda extra aos cafeicultores, melhor aproveitamento da mão de obra durante o ano e redução dos riscos intrínsecos à

cafeicultura, beneficiando sobremaneira a agricultura familiar (MELO; GUIMARÃES, 2000; PEZZOPANE et al., 2010).

A arborização nas lavouras cafeeiras pode ter objetivos diferenciados em função das características gerais das regiões onde serão implantadas (ALVARENGA, 2000). O ingresso de recursos extras pode tornar a cafeicultura arborizada um negócio mais viável que a solteira. Lock (1888), citado por Beer et al. (1998), observou a redução nos custos de produção podendo somar-se a venda de madeira no incremento na renda dos produtores. Para Melo e Guimarães (2000), sendo o café uma espécie reconhecidamente tolerante ao sombreamento, recomenda-se o consórcio de espécies florestais de alto valor econômico com essa cultura, especialmente no caso de pequenas propriedades rurais. Nicoleti e Moller (2006) concluíram que é vantajoso o investimento no cultivo de café sombreado.

Para Camargo (2010) a noqueira-macadâmia é uma das espécies recomendadas para arborização de cafezais. Para Perdoná et al. (2012a), no caso de consórcio permanente ou de arborização de cafezais, é desejável que a planta a ser consorciada colabore na renda do sistema e produza nível de sombreamento que ofereça proteção eficaz contra condições ambientais nocivas ao cafeeiro e adequado à produtividade deste e o cultivo consorciado com noqueira-macadâmia pode apresentar bons resultados econômicos.

4.4 Cultura da noqueira-macadâmia

Da família *Proteacea*, as noqueiras-macadâmia (*Macadamia* ssp.) são árvores nativas das florestas tropicais costeiras do sul dos Estados de Queensland e Nova Gales do Sul, na Austrália. Apesar de sua amêndoa já ser consumida pelos aborígenes australianos, Walter Hill é considerado o descobridor da planta. Em 1858, Ferdinand Von Mueller descreveu-a botanicamente, e, em homenagem ao amigo John MacAdam, grande apreciador da noz, nomeou-a *Macadamia*. Hoje, existem mais de 10 espécies do gênero descritas, porém, as espécies *Macadamia integrifolia* (Maiden e Betche) e *Macadamia tetraphylla* (L.) são as únicas exploradas economicamente no mundo (BRENES, 1983), sendo a primeira a única cultivada em escala comercial no Brasil. A noqueira-macadâmia é a única planta com origem na Austrália cultivada comercialmente para a produção de alimentos (HUETT, 2004). Pode ser consumida crua ou torrada e salgada, sendo muito utilizada em confeitaria, bolos, biscoitos, sorvetes e outros tipos de doces (MARTIN, 1992). Considerada a

mais saborosa noz do mundo (SACRAMENTO, 1991; HUETT, 2004), sua amêndoa é rica em óleos monoinsaturados e graças às características nutricionais é considerada excelente fonte energética. Os ácidos graxos mais encontrados em sua composição são: palmítico, palmitoléico (ômega-7), esteárico, oléico (ômega-9) e linoléico (ômega-6) (MARO et al., 2012), que são disputados pela indústria de cosméticos, para uso na composição de hidratantes, e por laboratórios farmacêuticos, como redutor dos níveis de colesterol (HUETT, 2004; SILVA et al., 2007).

Para Bueno (2009), as amêndoas possuem um conjunto de componentes altamente nutritivos e são importantes para uma dieta saudável, promovendo boa saúde, longevidade e redução de doenças degenerativas. A noz tem em sua composição aproximadamente 80% de óleo e Sponchiato (2008) verificou que uma dieta que incluiu macadâmias reduziu em 6% os níveis de colesterol e colaborou na prevenção de doenças cardiovasculares. Silva et al. (2007; 2008b) estudaram melhores métodos de secagem e extração de óleo das amêndoas, mas o Brasil, com pequena produção, não exporta esse produto que é destinado somente ao mercado interno, sendo utilizado para fins farmacêuticos e alimentares. No atacado, o óleo é comercializado em tambores de 50 litros por R\$ 180,00 L⁻¹ e no varejo a R\$ 60,00 o frasco de 185 mL (GARBELINI, 2009).

A árvore é de porte alto e bem encopada, chegando a atingir 19 metros de altura e 15 metros de diâmetro de copa (SÃO JOSÉ, 1991). Possui raiz pivotante, porém, é característica da espécie ter um grande número de raízes superficiais. Embora seu fruto seja chamado de noz, botanicamente é um folículo composto pelo carpelo (exocarpo e mesocarpo), casca (endocarpo) e amêndoa (embrião) (VILAS BOAS et al., 2012). O plantio intercalado é recomendado, pois, as cultivares de noqueira-macadâmia apresentam auto-incompatibilidade e revelam diferentes níveis de capacidade combinatória nos cruzamentos (SACRAMENTO et al., 1999). A frutificação ocorre a partir do 5^o ao 6^o ano, mas atinge maiores níveis a partir do 12^o ou 15^o ano de idade e dependendo da variedade e das condições climáticas, pode produzir entre 15 e 20 kg de noz com casca a partir do 8^o ano, chegando até 35 kg por planta entre o 15^o e 20^o ano de idade, embora sua longevidade seja bem maior (MARTIN, 1992).

Essa espécie teve maior desenvolvimento tecnológico no Hawaii Agricultural Experiment Station (HAES), onde foram selecionadas as principais cultivares plantadas no mundo (PIMENTEL, 2007; MCFADYEN et al., 2012), entre elas: HAES 788,

HAES 344, HAES 246, HAES 741, HAES 333, HAES 508, HAES 660, HAES 800, HAES 224 e HAES 816 (PEACE et al., 2005). No Brasil, os trabalhos de adaptação e melhoramento da espécie foram iniciados com o plantio de nozeiras-macadâmia provenientes do HAES na década de 1940 no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que na década de 1970 lançou cultivares adaptadas às condições climáticas brasileiras. Hoje, estes dois centros são responsáveis por produzir as cultivares mais utilizadas em nosso país, todos pertencentes a espécie *M. integrifolia*. São elas: HAES 344, HAES 660, HAES 741, HAES 816 e IAC 121, IAC 4-12B, IAC Campinas B, IAC 9-20 e IAC 4-20 (GARBELINI, 2009), porém, nos últimos anos as cultivares nacionais têm conquistado a preferência dos produtores pela maior produtividade. Apesar de o maior desenvolvimento tecnológico ter ocorrido no Havaí, hoje, a Austrália é o maior produtor mundial, com 39.000 toneladas da noz produzidas na safra 2012 (AMS, 2013).

Por suas condições climáticas, o Brasil se apresenta entre os países com maior potencial para produção de noz macadâmia no mundo. Para Schneider et al. (2012), extensas áreas na região Centro-Sul apresentam condições climáticas favoráveis para a produção da noz, porém, o país é atualmente o sétimo produtor mundial, com 3% da produção, com 6.000 hectares cultivados (SOBIERAJSKI et al., 2006). A distribuição dos cultivos no Brasil acontece em regiões tradicionalmente cafeeiras e a produção está concentrada no Estado de São Paulo, Espírito Santo, Bahia e Rio de Janeiro (PERDONÁ et al., 2012a), onde também estão localizadas as maiores indústrias de processamento da noz no país. Levantamentos realizados pela CATI (2008) informaram que, no Estado de São Paulo, 199 produtores investiam no seu cultivo e a macadâmia era a principal nozeira cultivada, ocupando área de aproximadamente 2.200 ha, tendo Dois Córregos como o maior município produtor do Estado.

A nozeira-macadâmia produz nozes de alto valor no mercado internacional (VILAS BOAS et al., 2012; MARO et al., 2012) e tem grande potencial no mercado, mas ainda é pouco explorada no Brasil (SCHNEIDER et al., 2012), pois, pela pequena produção, ainda são poucos os locais onde o produto está à disposição dos consumidores. Para Pimentel (2007), há um imenso mercado interno inexplorado, que pode ser fator de incremento no agronegócio nacional. Para Perdoná e Suguino (2008), o mercado nacional tem crescido rapidamente nos últimos anos e as três maiores indústrias, localizadas em São Paulo, Espírito Santo e Rio de Janeiro, com capacidade total de beneficiamento de seis

mil toneladas de amêndoas por ano, exportam mais de 80% de sua produção. Porém, nos últimos anos, pelo menos dez pequenas unidades processadoras foram instaladas no Estado de São Paulo, servindo aos mercados regionais e fazendo crescer o consumo interno. Com isso, o parque industrial instalado opera com apenas metade da sua capacidade instalada pela falta da noz como matéria-prima.

Outro fator favorável à cultura é que, historicamente, o mercado da macadâmia não está sujeito às grandes variações de preços, característicos das commodities, pois superssafras são incomuns devido ao prolongado tempo para formação do pomar e ampliação da oferta (PIMENTEL et al., 2007). Nos últimos três anos, os produtores brasileiros receberam em média R\$ 16,00 por quilo de amêndoas¹, enquanto que os australianos receberam em média AUS\$ 12,80 (AMS, 2013), ou seja, R\$ 26,11, porém, com as baixas produtividades conseguidas, os produtores brasileiros não exploram todo o potencial da cultura e sua expansão no país fica prejudicada. Uma planta de noqueira-macadâmia adulta pode produzir 10.000 racemos, com 100-300 flores em cada um deles, apesar disso, somente 0,3% das flores tornam-se frutos maduros (SOBIERAJSKI et al., 2007), assim, cada planta pode produzir 125 kg ano⁻¹ de nozes (PIMENTEL et al., 2007). Contudo, a produtividade da noqueira-macadâmia é próxima a 12 kg planta⁻¹ ano⁻¹ no Brasil, fica entre 10 e 12 kg planta⁻¹ ano⁻¹ no Estado do Espírito Santo (SOBIERAJSKI et al., 2006), e é de 12,2 kg planta⁻¹ no Estado de São Paulo (CATI, 2008) sendo, todas elas consideradas baixas, uma vez que a produtividade média no Hawai é de 45 kg planta⁻¹ ano⁻¹ (STEPHENSON; CULL, 1986). Pio et al. (2012) avaliaram a produção de nozes em lavouras com 7 anos em Itapira-SP e verificaram que a produtividade variou para as diversas cultivares avaliadas entre 1.155 e 3.177 kg ha⁻¹, tendo as cultivares IAC 9-20X, IAC 9-20 e HAES 816 apresentado o maior desempenho produtivo.

A qualidade das nozes, mensurada pela taxa de recuperação (TR), ou seja, o peso de amêndoas em relação ao peso da noz, também é um importante fator para que o produtor obtenha sucesso no seu empreendimento. As indústrias compram dos produtores as nozes pelo seu peso, mas pagam ágios por lotes com maiores TRs, pois isso melhora o rendimento do processamento na indústria (PERDONÁ et al, 2012a). Em seus estudos

¹ Comunicação pessoal Massao Shimada.

econômicos sobre a cultura no Brasil, Martin (1992) concluiu que todo produtor que vender seu produto a US\$ 1,50 kg⁻¹ e produzir acima de 3.500 kg há⁻¹ poderá atingir uma taxa interna de retorno acima de 12% ao ano, podendo chegar até 25,2% a.a. para as maiores produtividades. Pimentel et al. (2007), em seus estudos sobre as potencialidades econômicas, concluíram que a cultura da noqueira-macadâmia é uma atividade viável, apresentando um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$16.789,47/ha e Taxa Interna de Retorno (TIR) de 26,05%, porém, o período de retorno do capital (*Pay-back*) é de 11 anos para o *Pay-back* descontado, fato que é agravado pelo elevado período juvenil da planta (5 a 6 anos), indicando que o tempo de retorno do capital é o principal gargalo da cultura da noqueira-macadâmia no Brasil.

Sobierajski et al. (2006) consideram que uma forma de reduzir os custos da implantação e manutenção do pomar e obter um retorno econômico antecipado é utilizar-se do consórcio, e seus estudos demonstraram que a maior parte dos plantios de noqueira-macadâmia no Estado do Espírito Santo aconteceu em consórcio com café, mamão papaya e pimenta do reino. Pimentel et al. (2007) sugerem duas alternativas como forma de diminuição do período de retorno do capital: realizar plantio consorciado/intercalar e/ou o aumento na produtividade e na TR da cultura. Perdoná et al. (2012a) constataram que quando conduzidas sob o sistema de cultivo consorciado com cafeeiros sob irrigação, as seis cultivares de noqueira-macadâmia estudadas diminuíram consideravelmente o período juvenil, apresentando boa produção desde o terceiro ano de idade. Assim, verifica-se que o avanço da cultura no país depende da melhoria na produtividade das lavouras e da viabilização técnica do seu cultivo em consórcio com outras culturas, principalmente nos anos iniciais, como forma de diminuição do *pay-back*.

Apesar do grande potencial oferecido pela noz, como fonte de recursos aos agricultores, informações técnicas e estudos científicos ainda são escassos. Poucas instituições têm investido em pesquisas com a noqueira-macadâmia no Brasil e as tecnologias utilizadas no cultivo da noz são adaptações de pesquisas desenvolvidas para as condições edafoclimáticas da Austrália e dos Estados Unidos (MARROCOS et al., 2003; SACRAMENTO; PEREIRA, 2003; DALASTRA et al., 2010). Portanto, para que se consiga aumento nas produtividades das lavouras brasileiras é necessário o desenvolvimento de tecnologias de cultivo desenvolvidas a partir de resultados de pesquisas nacionais.

Diversos fatores podem estar interferindo nas baixas produtividades brasileiras e acredita-se que entre os principais estão: o controle fitossanitário ineficiente e às adubações inadequadas praticadas na cultura. Na Austrália, produtores aplicam doses superiores a $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N (FLETCHER et al., 2009), já no Brasil, são recomendados $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para lavouras com produção de até $5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (QUAGGIO et al., 1997). Stephenson et al. (1997) acreditam que altas produtividades estão associadas a quantidades equilibradas de nitrogênio (N) e recomendam até $1 \text{ kg planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ureia. Para Stephenson e Gallagher (1989a), adubações com N em fases específicas, exercem influência na produtividade das plantas. Para McFadyen et al. (2011) a planta de noqueira-macadâmia apresenta fluxos de vegetação e uma rebrota estimulada por adubações pode provocar alto índice de abortamento e redução na produtividade. Já Stephenson e Cull (1986) afirmam que o fator preponderante na ocorrência de fluxos de vegetação é a temperatura, mas advertem que a aplicação de fertilizantes nitrogenados pode afetar o grau de vegetação, podendo causar prejuízos nos estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos. Perdoná et al. (2012a) alertam que existe a possibilidade de que a adubação atualmente preconizada para noqueira-macadâmia no Brasil possa ser insuficiente para seu pleno desenvolvimento. As quantidades de adubos recomendadas na cultura do cafeeiro são muito superiores às recomendadas ao cultivo das noqueiras-macadâmia no Brasil, assim, existe a possibilidade de que as adubações aplicadas nas plantas consorciadas possam favorecer a produtividade das noqueiras.

O uso de irrigação também é um fator que pode promover o aumento da produtividade das noqueiras. Stephenson e Cull (1986) demonstraram a importância do fornecimento de água em fases específicas do desenvolvimento dos frutos, com ênfase para as fases de expansão. Na Austrália, em um ano de baixa precipitação, Rothwell (2007) trabalhando com plantas da cultivar HAES 246, com trinta anos de idade e densidade de 200 plantas por hectare, verificou um aumento de 97% na produção de nozes em áreas irrigadas.

Pode-se concluir, portanto, que estudos são necessários para que se possa melhorar a produtividade das lavouras de noqueira-macadâmia, e oferecer alternativas para diminuição do período de retorno do investimento, contribuindo para a expansão da cultura no país. Verifica-se que o consórcio da noqueira-macadâmia com o café, especialmente em sistema irrigado, pode ser interessante para reduzir o tempo de retorno do

investimento, por antecipar e aumentar a produção da macadâmia e por ter o café produzindo na mesma área e contribuindo na renda.

4.5 Cultivo consorciado de café e noqueira-macadâmia

No Brasil, o cultivo do café arborizado com árvores de noqueira-macadâmia ocorre desde a década de 1970 e a consorciação pode ser feita com diversos objetivos: 1) a implantação de um consórcio permanente, com a produção de ambas as culturas se mantendo ao longo dos anos; 2) consórcio temporário, para viabilização econômica da implantação de um pomar de noqueira-macadâmia; ou ainda, 3) a maximização da produtividade do café, pela atenuação de condições climáticas adversas, por meio da arborização. De qualquer forma, a principal intenção é proporcionar, ao produtor, rendimento financeiro superior ao do cultivo solteiro (PERDONÁ et al., 2012a).

Pezzopane et al. (2010), trabalhando com consórcio macadâmia-café, constataram que a presença da planta sombreadora altera o microclima, diminuindo a incidência de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) sobre as plantas de café, causando redução na incidência do vento (em 72%) e na média da temperatura máxima do ar (de 2,2 °C). Observaram também que o cultivo arborizado provoca alterações no regime térmico e de umidade relativa do ar nos pontos mais próximos aos renques de noqueira-macadâmia. No entanto, as cultivares de noqueira-macadâmia apresentam diferentes formatos de copa, o que interfere no sombreamento do sistema e existem poucas informações sobre o comportamento das cultivares e quais delas possuem características desejáveis para os sistemas consorciados. Steiman et al. (2011) estudando os efeitos do sombreamento de cafeeiros com árvores de macadâmia, verificaram diminuição de 72,6% na produção de café, e concluíram que a noqueira macadâmia não parece ser uma árvore apropriada para sombrear o café no Hawai.

Perdoná et al. (2012a) constataram que as cultivares nacionais de noqueira-macadâmia apresentaram maior produtividade que as havaianas, entretanto, seu vigoroso crescimento horizontal impossibilitou a mecanização do sistema consorciado. Os autores também concluíram que outros estudos devem ser feitos, com a utilização de podas e avaliação das produções e resultados econômicos, pois, minimizar a competição é o objetivo mais importante em sistemas arborizados de cafezais e a maneira mais simples é escolher árvores que exerçam menor grau de competição (SANCHEZ, 1995). Plantas de noqueira-

macadâmias produtivas e que ofereçam pouca concorrência aos cafeeiros, têm potencial para oferecer as vantagens da arborização e ainda aumentar a rentabilidade dos cafeicultores. Isso, torna o sistema consorciado vantajoso em relação ao cultivo a pleno sol e proporciona uma alternativa de medida mitigadora às condições climáticas adversas à produção cafeeira. Porém, ainda não se conhece o comportamento das cultivares de noqueira-macadâmia em sistemas consorciados com cafeeiros (PERDONÁ et al., 2012a), não se sabe qual é a melhor cultivar de macadâmia para o cultivo consorciado com café, e tampouco existem relatos sobre o desenvolvimento e a produtividade dos cafeeiros nestas condições.

Considerando o panorama atual da cultura do café no Brasil e, em especial, do Estado de São Paulo, estudos sobre uso de irrigação e arborização, sobre como devem ser os arranjos e os manejos dos sistemas, além de esclarecimento sobre os resultados econômicos desses sistemas, mostram-se essenciais para a sobrevivência e ampliação da cafeicultura paulista nas próximas décadas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi composto por dois experimentos instalados em condições de campo, em fevereiro de 2006 e conduzidos por um período de sete anos consecutivos.

5.1 Caracterização das áreas experimentais

Os experimentos foram instalados em uma área anteriormente cultivada com pastagem (*Brachiaria decumbens* Stapf.), no Sítio São Pedro, localizado no município de Dois Córregos - SP, Centro-Oeste paulista, com altitude de 753m, latitude 22° 21' S e longitude 48° 22' W.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Cwa, tropical, com estação seca no inverno, temperatura média anual de 21,2 °C e regime pluviométrico anual em torno de 1.342 mm (CEPAGRI, 2012). Os dados climáticos e de reposição de água, nos tratamentos irrigados, são apresentados na tabela 1.

O solo do local é um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa (SANTOS et al., 2006), cujos resultados de análises química, da camada de 0–0,20 m de profundidade, antes da instalação dos experimentos foram: 5,2 para pH(CaCl₂); 5 mg dm⁻³ de P_(resina); 17 g dm⁻³ de M.O.; 0,8 mmol_c dm⁻³ de K; 9 mmol_c dm⁻³ de Ca; 7 mmol_c dm⁻³ de Mg; 1 mmol_c dm⁻³ de Al; 18 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 49% de saturação por bases; 3 mg dm⁻³ de S-SO₄²⁻; B_(água quente), 0,12 mg dm⁻³; Cu_(DTPA), 0,4 mg dm⁻³; Fe_(DTPA), 20 mg dm⁻³; Mn_(DTPA), 3,6 mg dm⁻³; Zn_(DTPA), 0,6 mg dm⁻³. Os resultados da análise granulométrica foram 103 g kg⁻¹ de argila, 71 g kg⁻¹ de silte e 826 g kg⁻¹ de areia.

Tabela 1. Dados médios de temperatura média (TM), precipitação pluvial (PP) mensais e irrigação no período de janeiro de 2006 a março de 2013, Dois Córregos-SP.

Mês	Ano							
	2006		2007		2008		2009	
	TM (°C)	PP (mm)	TM (°C)	PP (mm)	TM (°C)	PP (mm)	TM (°C)	PP (mm)
Jan	19,9	151	24,7	434	24,0	200	24,1	399
Fev	25,3	203	25,3	221	24,7	194	25,4	176
Mar	25,5	232	25,7	150	24,6	163	25,1	160
Abr	22,4	33	24,9	94	23,0	162	23,0	23
Mai	18,5	01	19,5	68	19,3	79	20,7	75
Jun	19,3	16	20,5	11	19,0	52	17,2	51
Jul	20,8	46	18,2	273	19,7	0	19,5	93
Ago	21,9	14	21,0	0	22,0	49	19,5	86
Set	21,4	68	24,3	0	21,1	52	22,2	229
Out	23,8	167	24,7	76	23,6	115	22,3	94
Nov	25,0	232	23,6	275	24,2	79	25,8	264
Dez	25,1	299	24,1	272	24,2	130	23,9	356
Irrigação (mm)	205		237		321		167	

Mês	Ano							
	2010		2011		2012		2013	
	TM (°C)	PP (mm)	TM (°C)	PP (mm)	TM (°C)	PP (mm)	TM (°C)	PP (mm)
Jan	25,2	237	26,3	435	21,5	304	19,9	365
Fev	25,6	160	26,5	153	24,1	142	25,3	176
Mar	24,7	143	25,0	188	22,5	134	25,5	204
Abr	23,2	67	23,5	92	21,5	208		
Mai	20,1	24	19,7	12	17,9	71		
Jun	18,7	17	18,6	37	17,4	177		
Jul	20,5	55	19,8	5	17,6	41		
Ago	20,3	0,0	19,8	75	19,3	0		
Set	22,9	77	23,1	19	20,9	26		
Out	22,8	93	22,5	170	22,9	100		
Nov	24,9	86	23,7	276	22,4	90		
Dez	25,6	326	25,3	206	24,4	137		
Irrigação (mm)	288		152		234		12	

5.2 Experimento I

5.2.1 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial 3x2, ou seja, três sistemas de cultivo (A - noqueira-macadâmia solteira, B - café solteiro e C - noqueira-macadâmia consorciada com café), combinados com dois regimes hídricos (com e sem irrigação por gotejamento) e dez repetições. Cada unidade amostral abrangia uma área de 4,9 x 10,5 metros (51,5m²), sendo uma planta de noqueira-macadâmia no sistema A, 21 plantas de café no sistema B e uma planta de noqueira-macadâmia e 20 plantas de café no sistema C (Figura 1).

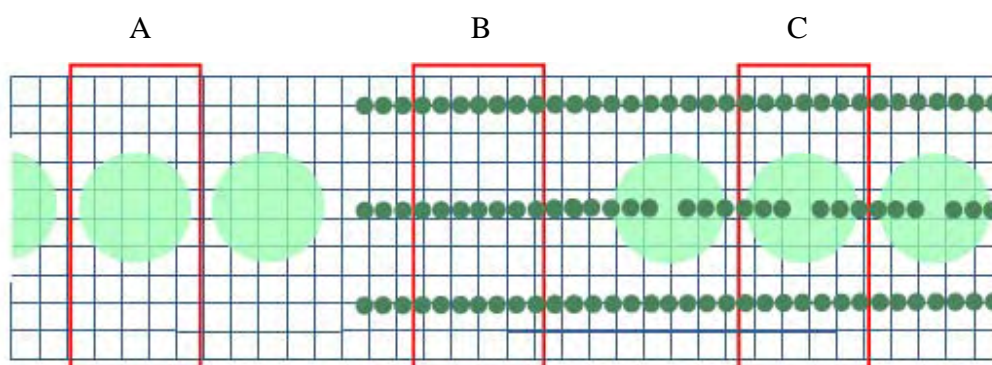


Figura 1. Representação esquemática das unidades amostrais (parcelas) dos sistemas de cultivo A (noqueira-macadâmia solteira), B (café solteiro) e C (noqueira-macadâmia consorciada com café), com plantas de café arábica (círculos menores) e noqueira-macadâmia (círculos maiores).

5.2.2 Implantação e condução do experimento

A cultivar de noqueira-macadâmia utilizada foi IAC 9-20 enxertada sobre porta-enxerto Aloha IAC 10-14 e a cultivar de café arábica foi Obatã IAC 1669-20, que apresenta porte baixo, resistência à ferrugem e maturação dos frutos de média a tardia.

Cada sistema recebeu os tratamentos culturais descritos em literatura ou rotineiramente utilizados pelos produtores da região para cada cultura estudada, portanto, cada um considera a somatória dos efeitos do sistema de cultivo, adubação e manejo de plantas daninhas realizados naquele sistema.

Antes da implantação das culturas, foram distribuídos e incorporados ao solo 1.300 kg ha^{-1} de calcário dolomítico, com uso de grade aradora, chegando a profundidade de 0,25 m. Além disso, todos os tratamentos receberam em superfície mais 1.000 kg ha^{-1} de calcário nos anos de 2008, 2010 e 2012.

Cinquenta dias antes do transplante das mudas, as covas para o plantio das noqueiras-macadâmia e os sulcos de plantio dos cafeeiros foram preparados. As covas foram abertas com uma perfuratriz acoplada ao trator numa profundidade de 0,5 m e diâmetro de 0,5 m e os sulcos utilizando um sulcador, que revolveu o solo em uma profundidade de 0,30 m, onde foram distribuídos os adubos e estes incorporados com um subsolador contendo 3 hastes que atingiram profundidade de 0,50 m, sendo em seguida fechados com uso de um arruador. Dez dias antes do plantio, aplicou-se na linha de plantio dos cafeeiros e sobre a cova das noqueiras-macadâmia o herbicida glifosato ($1,8 \text{ g L}^{-1}$ do i.a.) para eliminar as plantas daninhas que germinaram no período.

Cada um dos sistemas estudados ocupou área de aproximadamente 2000 m^2 .

a) Sistema de Cultivo A (noqueira-macadâmia solteira)

As mudas de noqueira-macadâmia foram plantadas no espaçamento de $10,5 \times 4,9 \text{ m}$ ($194 \text{ plantas ha}^{-1}$). As plantas foram adubadas, seguindo as recomendações de Quaggio et al. (1997), ou seja, na cova de plantio foram adicionados 160 g de P_2O_5 (superfosfato simples), 60 g de K_2O (cloreto de potássio), 250 g de calcário dolomítico com Poder Relativo de Neutralização de 74% e 4 L de cama de frango. Na adubação de primeiro ano, foram aplicados 60 g de N (ureia), parcelados em quatro adubações e, nos anos seguintes, as quantidades de N- P_2O_5 - K_2O , em kg ha^{-1} , foram 10-10-10 (2007/08), 20-20-20 (2008/09) e 50-12-50 (2009/10; 2010/11 e 2011/12), aplicados na forma de adubo formulado (ureia, superfosfato e cloreto de potássio). Em cada ano agrícola também foram realizadas três pulverizações nas folhas contendo os elementos boro, cobre e zinco.

Para o controle de ervas daninhas foram realizadas duas roçadas mecanizadas nas entrelinhas e duas aplicações do herbicida glifosato ($1,8 \text{ g L}^{-1}$ do i.a.) nas linhas no primeiro ano da cultura, e, nos anos seguintes uma roçada, duas aplicações na linha e uma aplicação em área total do herbicida glifosato ($1,8 \text{ g L}^{-1}$ do i.a.).

No controle fitossanitário foram utilizados, em cada ano a partir de 2007, 0,05, 0,1, 0,2, 0,2, 0,3 e 0,4 kg ha⁻¹ de tiametoxam (300 g kg⁻¹) + ciproconazol (300 g kg⁻¹), aplicado via solo, no mês de outubro; 0,05, 0,1, 0,2, 0,2, 0,3 e 0,4 kg ha⁻¹ de tiametoxam (250 g kg⁻¹) aplicado via solo no mês de fevereiro e azoxistrobina (200 g L⁻¹) + ciproconazol (80 g L⁻¹), aplicado via foliar na concentração de 0,19% do produto comercial, em fevereiro.

b) Sistema de cultivo B (café solteiro)

As mudas de café arábica foram plantadas no espaçamento de 3,5 x 0,7 m (4.082 plantas ha⁻¹). As adubações foram padronizadas e calculadas anualmente conforme recomendações de Rajj et al. (1997), tendo como base as análises de solo e a idade das plantas ou estimativas de safra de cada ano no tratamento irrigado. No plantio, foram distribuídos e incorporados em cada metro de sulco 60 g de P₂O₅ (superfosfato simples), 20 g de K₂O (cloreto de potássio), 250 g de calcário dolomítico com Poder Relativo de Neutralização de 74% e 5 L de cama de frango. Na adubação de primeiro ano, foram aplicados 40 g de N (ureia) e 40 g de K₂O (cloreto de potássio), parcelados em cinco adubações e, nos anos seguintes, as quantidades de N-P₂O₅-K₂O, em kg ha⁻¹, foram 160-40-160 (2007/08); 200-50-200 (2008/09); 500-80-500 (2009/10); 160-50-160 (2010/11) e 500-80-500 (2011/12), aplicados na forma de adubo formulado (ureia, superfosfato e cloreto de potássio). Em cada ano agrícola, também foram realizadas três pulverizações nas folhas contendo os elementos boro, cobre e zinco.

O controle de plantas daninhas foi realizado com uma roçada mecanizada nas entrelinhas, duas capinas manuais e aplicação do herbicida oxifluorfem (1,2 g L⁻¹ do i.a.) nas linhas no primeiro ano. A partir do segundo ano, realizou-se uma roçada mecanizada nas entrelinhas e três aplicações do herbicida glifosato (1,8 g L⁻¹ do i.a.), em cada ano.

No controle fitossanitário foram utilizados, em cada ano a partir de 2007, 1,0, 1,0, 1,2, 1,2 e 1,2 kg ha⁻¹ de tiametoxam (300 g kg⁻¹) + ciproconazol (300 g kg⁻¹), aplicado via solo, no mês de outubro; 1,0, 1,0, 1,2, 1,2 e 1,2 kg ha⁻¹ de tiametoxam (250 g kg⁻¹), aplicado via solo no mês de fevereiro e azoxistrobina (200 g L⁻¹) + ciproconazol (80 g L⁻¹), aplicado via foliar na concentração de 0,19 % do produto comercial, em fevereiro.

c) Sistema de cultivo C (nogueira-macadâmia em consórcio com café)

No sistema consorciado as mudas de noqueira-macadâmia também foram plantadas no espaçamento de 10,5 x 4,9 m (194 plantas ha⁻¹) e as mudas de café no espaçamento de 3,5 x 0,7 m, porém, com 3.887 plantas ha⁻¹, devido ao não plantio de muda de café na posição ocupada pela muda de noqueira-macadâmia (Figuras 1C e 2).

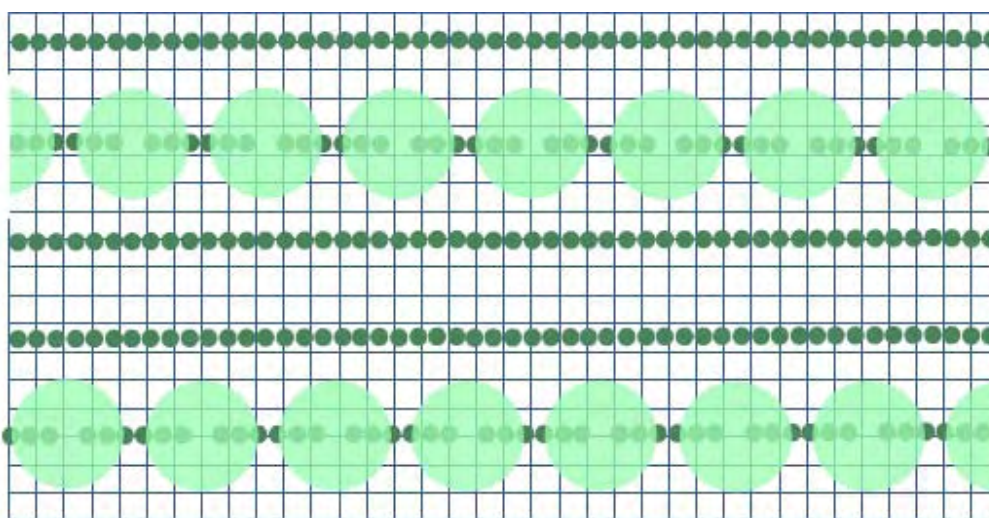


Figura 2. Representação esquemática do plantio consorciado de plantas de café arábica (círculos menores) e noqueira-macadâmia (círculos maiores).

As plantas de café e noqueira-macadâmia foram adubadas separadamente, com as mesmas doses citadas nos tratamentos solteiros (sistemas A e B).

O controle de plantas daninhas foi realizado com uma roçada mecanizada nas entrelinhas, duas capinas manuais e aplicação do herbicida oxifluorfem (1,2 g L⁻¹ do i.a.) nas linhas, no primeiro ano. A partir do segundo ano, foi realizada uma roçada mecanizada nas entrelinhas e três aplicações do herbicida glifosato (1,8 g L⁻¹ do i.a.), para cada ano.

No controle fitossanitário foram utilizados, em cada ano a partir de 2007, 1,0, 1,0, 1,2, 1,2 e 1,2 kg ha⁻¹ de tiametoxam (300 g kg⁻¹) + ciproconazol (300 g kg⁻¹), aplicado via solo, no mês de outubro; 1,0, 1,0, 1,2, 1,2 e 1,2 kg ha⁻¹ de tiametoxam (250 g kg⁻¹), aplicado via solo no mês de fevereiro, e azoxistrobina (200 g L⁻¹) + ciproconazol (80 g L⁻¹), aplicado via foliar na concentração de 0,19 % do produto comercial, em fevereiro.

A irrigação por gotejamento foi instalada em fevereiro de 2006, anteriormente ao plantio das mudas. Nos tratamentos irrigados, a irrigação foi feita com gotejadores autocompensados, espaçados 0,7 m entre si, e vazão de 1,0 L por hora em cada gotejador. O controle do volume de irrigação foi realizado utilizando-se três baterias de sensores de tensão de água de 25 kPa (sistema IRRIGÁS) instalados em profundidades de 0,20 e 0,60 m. As leituras (seco e úmido) foram feitas diariamente, mantendo-se sempre úmido o sensor instalado a 0,20 m, com irrigações a cada 2 ou 3 dias no período seco, ou sempre que requerido pelos sensores.

5.3 Experimento II

5.3.1 Delineamento experimental e tratamentos

Na instalação deste experimento, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Foram estudados dez tratamentos, constituídos pelo café solteiro (idem sistema B do Experimento I) e pelo café consorciado (idem sistema C do Experimento I) com cultivares de noqueira-macadâmia (HAES 344, HAES 660, HAES 816, IAC 9-20 com poda, IAC 4-12B com poda, IAC 4-20 com poda, IAC 9-20 sem poda, IAC 4-12B sem poda, IAC 4-20 sem poda), todos irrigados. Nas podas, foram retirados todos os ramos laterais que impedissem a mecanização das operações da lavoura e estas foram realizadas logo após as colheitas dos frutos da noqueira-macadâmia, ou seja, nos meses de março/abril dos anos 2009, 2010, 2011 e 2012.

Os tratamentos sem podas foram mantidos na intenção de se obter as produções e resultados econômicos para aqueles que desejarem implantar um pomar de noqueira-macadâmia, utilizando o café como cultura intercalar temporária.

5.3.2 Implantação e condução do experimento

Os cafeeiros foram plantados com espaçamento de 3,5 x 0,7 m e as plantas de noqueira-macadâmia com o espaçamento de 10,5 x 4,9 m, coincidindo com as linhas de café (Figura 2). Neste sistema de consórcio foram plantadas 194 plantas de noqueira-macadâmia e 3.888 plantas de café por hectare, obtendo-se um número de plantas viável por área, para cada uma das culturas. Considerando-se a importância da polinização cruzada sobre a produtividade, as diferentes cultivares de noqueira-macadâmia foram plantadas em faixas

alternadas, e cada faixa foi composta de quatro fileiras de cada cultivar de noqueira-macadâmia, ocupando uma área de um hectare.

As mudas de noqueira-macadâmia utilizadas das cultivares IAC 4-20, IAC 9-20, IAC 4-12B (originárias do Instituto Agrônomo de Campinas), HAES 344, HAES 660 e HAES 816 (originárias do Hawaii Agricultural Experiment Station) eram todas enxertadas sobre porta-enxerto Aloha IAC 10-14 e as plantas de café eram da cultivar Obatã IAC 1669-20.

As plantas de noqueira-macadâmia foram adubadas separadamente, seguindo as recomendações de Quaggio et al. (1997). Assim, na cova de plantio foram adicionados 160 g de P_2O_5 (superfostafo simples), 60 g de K_2O (cloreto de potássio), 250 g de calcário dolomítico com Poder Relativo de Neutralização de 74% e 4 L de cama de frango. Na adubação de primeiro ano foram aplicados 60 g de N (ureia), parcelados em quatro adubações e, nos anos seguintes, as quantidades de N- P_2O_5 - K_2O , em $kg\ ha^{-1}$, foram 10-10-10 (2007/08); 20-20-20 (2008/09); e 50-12-50 (2009/10; 2010/11 e 2011/12), com aplicação de adubos formulados (ureia, superfosfato e cloreto de potássio).

Os cafeeiros foram adubados conforme Raij et al. (1997), sendo que no plantio foram distribuídos e incorporados em cada metro de sulco 60 g de P_2O_5 (superfostafo simples), 20 g de K_2O (cloreto de potássio), 300 g de calcário dolomítico com Poder Relativo de Neutralização de 74% e 5 L de cama de frango. Na adubação de primeiro ano foram aplicados 40 g de N (ureia) e 40 g de K_2O (cloreto de potássio), parcelados em cinco adubações e, nos anos seguintes, as quantidades de N- P_2O_5 - K_2O , em $kg\ ha^{-1}$, foram 160-40-160 (2007/08); 200-50-200 (2008/09); 500-80-500 (2009/10); 160-50-160 (2010/11) e 500-80-500 (2011/12), aplicados em adubos formulados (ureia, superfosfato e cloreto de potássio). Em cada ano agrícola também foram realizadas três pulverizações com boro, cobre e zinco.

No controle fitossanitário foram utilizados a partir do ano de 2007: 1,0, 1,0, 1,2, 1,2, 1,2 $kg\ ha^{-1}$ de tiametoxam (300 g kg^{-1}) + ciproconazol (300 g kg^{-1}), aplicado via solo, no mês de outubro; 1,0, 1,0, 1,2, 1,2, 1,2 $kg\ ha^{-1}$ de tiametoxam (250 g kg^{-1}), aplicado via solo no mês de fevereiro e azoxistrobina (200 g L^{-1}) + ciproconazol (80 g L^{-1}), aplicado via foliar na concentração de 0,19 % do produto comercial, em fevereiro.

A irrigação por gotejamento, com dimensionamento e manejo semelhantes aos utilizados nos tratamentos irrigados do Experimento I, foi instalada em fevereiro de 2006, anteriormente ao plantio das mudas.

5.4 Avaliações

5.4.1 Avaliações da noqueira-macadâmia

As avaliações de crescimento das plantas de noqueira-macadâmia foram realizadas anualmente, a partir do primeiro ano de produção (2009), sempre no mês de fevereiro, avaliando-se:

a) Altura das plantas

Medindo-se com uma régua graduada, colocada rente ao tronco das plantas, do chão até o ápice da planta.

b) Diâmetro da copa

Utilizando-se uma régua graduada na posição horizontal, a altura do peito (1,5 m de altura) para realizar a medição. Ressalta-se que as noqueiras receberam podas nos ramos que se projetavam no sentido das entrelinhas, visando possibilitar a mecanização, mas os galhos que se desenvolveram no sentido das fileiras de plantas de café não foram podados, e esses, foram utilizados nas medições de diâmetro da copa.

c) Diâmetro do tronco

Medido a 0,05 m de altura do solo, com o auxílio de um paquímetro analógico, sempre no sentido da orientação das linhas.

d) Produção de nozes

As colheitas foram realizadas mediante três coletas dos frutos caídos ao solo, entre os meses de fevereiro e abril de cada ano, a partir do terceiro ano após o plantio. Em seguida à colheita, os frutos foram descarpelados mecanicamente e secos à sombra até atingir valores de teor de água entre 10 e 11%. Posteriormente foi determinada a produção de

nozes (g planta^{-1}), aferindo-se a massa de nozes (amêndoa com casca, sem carpelo) colhida por planta, com uso de balança eletrônica.

e) Peso médio da noz

Pesando-se uma amostra de 100 nozes por planta, com uso de balança eletrônica, e dividindo-se o valor obtido por 100.

f) Peso médio da amêndoa

Mediante a quebra, limpeza e pesagem das amêndoas de uma amostra de 100 nozes por planta, com uso de balança eletrônica, e dividindo-se o valor obtido por 100.

g) Taxa de recuperação (TR)

Calculado pela divisão do peso de amêndoas pelo peso de nozes, de uma amostra de 100 nozes.

h) Número de nozes por planta

Calculado pela divisão da produção total de nozes pelo peso médio de uma noz.

i) Produção de amêndoas por planta

Calculado mediante a multiplicação do número de nozes por planta pela taxa de recuperação, dividida por 100.

j) Produtividade de amêndoas por hectare

Calculado mediante a multiplicação da produção de amêndoas por planta pelo número de árvores de noqueira-macadâmia em um hectare (194 plantas).

5.4.2 Avaliações dos cafeeiros

As medições de desenvolvimento das plantas de cafeeiro foram iniciadas no primeiro ano de produção (2008) e realizadas no mês de fevereiro de cada ano, avaliando-se:

a) Diâmetro do caule

Medido a 0,05 m de altura em relação à superfície do solo com o uso de um paquímetro analógico.

b) Altura da planta

Determinada medindo-se com uma régua graduada, da superfície do solo ao meristema apical da planta.

c) Produção de café beneficiado por planta

Após colhidos, os grãos de café foram secos em terreiro de alvenaria, sob estufa até atingir teor de água entre 11 e 12%. Posteriormente foi determinada a produção (g planta^{-1}), pesando-se a massa de grãos de café após o beneficiamento (retirada da casca) com uso de balança eletrônica.

d) Produtividade de café beneficiado por hectare

Obtido pela multiplicação da produção de café por planta pelo número de plantas (variável em função do consórcio ou não) presentes por hectare em cada tratamento.

No Experimento II, foram considerados para análise os dados obtidos em três unidades experimentais, conforme descrito na Figura 1B, para o café solteiro, e na Figura 1C para ao sistema consorciado (nogueira-macadâmia e café).

Ainda no Experimento II, com objetivo de avaliar a influência de cada cultivar de noqueira-macadâmia no crescimento e produção de cada um dos cafeeiros da unidade experimental, foram realizadas avaliações individuais, em cada uma das plantas de café das unidades experimentais, nos anos de 2010, 2011 e 2012, conforme a Figura 3. Essas avaliações também foram realizadas nas unidades experimentais que continham café solteiro.

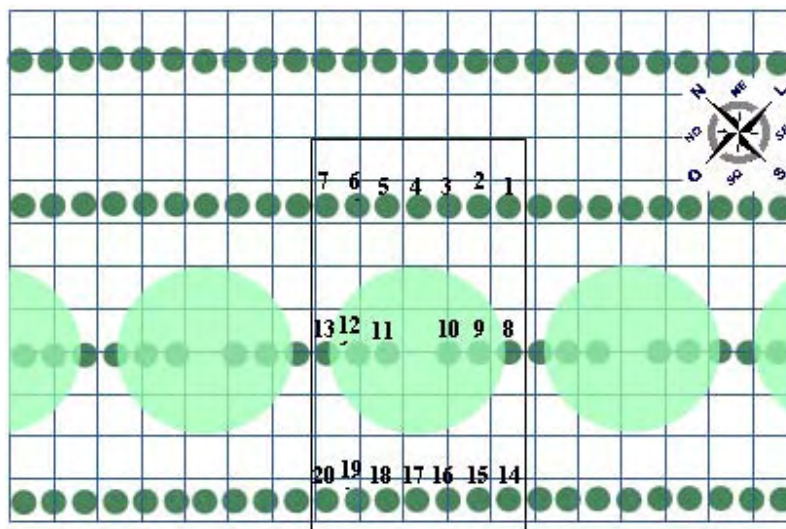


Figura 3. Representação esquemática de uma parcela do consórcio de café arábica (círculos menores) com noqueira-macadâmia (círculos maiores) e indicação das posições das plantas de café dentro da parcela.

5.5 Análise estatística

5.5.1 Experimento I

Embora arranjado em um esquema fatorial 3x2 (três sistemas de cultivo combinados com dois regimes hídricos), para a análise dos dados de cada cultura separadamente (noqueira-macadâmia ou café), adotou-se o esquema fatorial 2x2, ou seja, os dois sistemas de cultivo que continham a cultura em questão e os dois regimes hídricos. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.5.2 Experimento II

A análise dos dados foi feita para cada cultura separadamente. Para a análise dos dados da cultura do café foram considerados dez tratamentos, ou seja, o café solteiro e o café consorciado com cada uma das seis cultivares de noqueira-macadâmia em nove tratamentos (HAES 344, HAES 660, HAES 816, IAC 9-20 com poda, IAC 4-12B com poda, IAC 4-20 com poda, IAC 9-20 sem poda, IAC 4-12B sem poda, IAC 4-20 sem poda), já para a análise dos dados referentes à noqueira-macadâmia foram considerados apenas os nove

tratamentos que continham a espécie. Os dados das avaliações realizadas individualmente em cada planta de café da unidade experimental, nos anos de 2010, 2011 e 2012, também foram comparados estatisticamente. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.6 Análise econômica

Em ambos os experimentos todos os valores de entrada e saída de recursos foram registrados, desde as operações de pré-plantio (outubro de 2005) até a quinta safra (agosto de 2012 para a cultura do café e fevereiro de 2013 para a cultura da noqueira-macadâmia). Os intervalos de 12 meses das avaliações econômicas consideraram o início em outubro e o término em setembro do ano seguinte. Considerando os custos de produção e receitas brutas obtidas ao final da quinta safra em cada tratamento, fez-se um comparativo entre as receitas líquidas obtidas, apurando-se qual tratamento proporcionou o melhor retorno econômico no período avaliado.

As planilhas de custo de produção foram elaboradas considerando os itens adotados pela publicação Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL, 2011), levando em conta os encargos financeiros sobre o custeio e investimento. Os custos da irrigação foram computados juntamente com os custos de implantação da cultura para que se pudesse avaliar qual é o período de retorno do investimento para cada situação. As quantidades de insumos e operações foram tomadas da área em questão. Os valores dos insumos e serviços foram atualizados para a safra de 2012 (Tabela 2). Utilizou-se o preço médio de venda da saca de 60 kg de café dos últimos três anos de R\$ 385,27 (COXUPÉ, 2013) e, para a noz-macadâmia o preço de venda de R\$ 16,00 kg⁻¹ de amêndoas, obtido em pesquisa realizada em indústria de processamento da noz².

² Comunicação pessoal Massao Shimada.

Tabela 2. Preços dos insumos, serviços e da venda de café e noz-macadâmia, 2012.

Item	Especificação	V.U. (R\$)
Terraceamento	HM Tp 85cv 4x2 + terracedor	60,00
Calagem	HM Tp 65cv 4x2 + dis. Calc. 0,6 m ³	60,00
Gradagem pesada	HM Tp 85cv 4x2 + grade interm	60,00
Sulcação	HM Tp 85cv 4x2 + sulcador 1 linha	60,00
Distr. calc. e adubo no sulco	HM Tp 65cv 4x2 + dis. Calc. 0,6 m ³	65,00
Incorporação ad. no sulco	HM Tp 85cv 4x2 + subs 3 hastes	60,00
Aplic.Defens. Mecanizada	HM Tp 65cv 4x2 + pulv. Atom. 400L	67,00
Roçagem	HM Tp 65cv 4x2 + roçad hidráulica	50,00
Aplic.Defens. Mecanizada	HM Tp 65cv 4x2 + pulv. 400 L	50,00
Distribuição de palha	HM Tp 65cv 4x2 + carr distr. 4 m ³	55,00
Esparrama de ciscos	HM Tp 65cv 4x2 + roçocarpa	55,00
Operações Manuais	Homem-dia	67,00
Colheita manual	Homem-dia	80,00
Beneficiamento do café	R\$/saco	12,00
Sistema de irrigação	R\$ ha ⁻¹	7.000,00
Calcário	Tonelada	93,00
Cama de frango	Tonelada	120,00
Superfosfato Simples	Tonelada	753,00
Ureia	Tonelada	1.250,00
Cloreto de Potássio	Tonelada	1.320,00
Fórmula 20-05-20	Tonelada	1.155,00
Herbicida glifosato	Litro	8,00
Herbicida pré-emergente	Litro	105,00
Inst. + fungicida de solo	Litro	360,00
Inseticida de solo	Litro	180,00
Fungicida foliar	Litro	95,00
Adubo foliar	Litro	12,00
Oxicloreto de cobre	Kilograma	11,50
Mudas de café	Unidade	0,40
Sacaria de café	Unidade	4,00
M.O. Administrativa	ha ⁻¹	300,00
Contabilidade/escritório	ha ⁻¹	25,00
Energia Elétrica	KWh	0,18
Impostos	%	2,30
Remuneração da terra e do capital	%	6,00
Preço de venda do café	Saca 60 kg	385,27
Abertura cova da macadâmia	HM Tp 85cv 4x2 + perfuratriz	60,00
Descarpelamento	Saco	1,00
Fórmula 10-10-10	Tonelada	1.098,00
Mudas de macadâmia	Unidade	8,00
Preço de venda da macadâmia	kg de amêndoa	16,00

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento I

6.1.1 Crescimento e produção das noqueiras-macadâmia

O crescimento em altura das plantas de noqueira-macadâmia foi influenciado pelos fatores estudados (sistema de cultivo e regime hídrico) e pela interação entre eles (Tabela 3). Em todos os anos de estudo, as plantas com maior crescimento vertical foram as do sistema consorciado irrigado, seguidas pelo solteiro irrigado, consórcio sequeiro e, as de menor tamanho do sistema solteiro sequeiro.

Quanto ao diâmetro da copa das noqueiras-macadâmia, somente no ano de 2009 não houve interação entre os fatores (Tabela 4). Assim como no crescimento vertical, o horizontal também foi favorecido pela interação entre a irrigação e o consórcio das espécies. Em todos os anos, as plantas com maiores diâmetro de copa foram as do consórcio irrigado e as com menores foram as do sistema solteiro sequeiro, tendo as outras combinações apresentado valores intermediários.

A expansão do diâmetro do tronco das noqueiras-macadâmia foi favorecida pela interação dos fatores estudados (Tabela 5). Com exceção para 2013, em todos os demais anos, o cultivo consorciado com o café arábica proporcionou maiores valores de diâmetro do troco das noqueiras-macadâmia, independentemente do regime hídrico, porém, apenas no sistema consorciado, a irrigação por gotejamento aumentou significativamente o diâmetro do tronco das plantas de noqueira-macadâmia. Em 2013 foram observados efeitos

isolados dos fatores estudados, ou seja, tanto o consórcio quanto a irrigação proporcionaram incrementos no diâmetro do tronco das noqueiras-macadâmia.

Tabela 3. Altura média da planta (m) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média		
	Sequeiro	Irigado			
		<u>2009</u>			
Solteiro	2,37bA	2,49bA	2,43		
Consoiciado	2,82aB	3,74aA	3,28		
Média	2,60	3,12			
		<u>2010</u>			
Solteiro	2,69bB	2,90bA	2,80		
Consoiciado	3,45aB	4,19aA	3,82		
Média	3,07	3,55			
		<u>2011</u>			
Solteiro	3,11bB	3,34bA	3,23		
Consoiciado	3,90aB	4,94aA	4,42		
Média	3,51	4,14			
		<u>2012</u>			
Solteiro	3,47bB	3,76bA	3,62		
Consoiciado	4,21aB	5,41aA	4,81		
Média	3,84	4,59			
		<u>2013</u>			
Solteiro	4,11bB	5,09bA	4,60		
Consoiciado	4,85aB	5,58aA	5,21		
Média	4,48	5,33			
	Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>
Sistema de cultivo (S)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,037
CV(%)	8,3	6,3	3,9	4,3	3,7

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Diâmetro médio da copa (m) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média		
	Sequeiro	Irigado			
		<u>2009</u>			
Solteiro	1,49	2,11	1,80b		
Consoiciado	1,94	2,75	2,35a		
Média	1,715B	2,43A			
		<u>2010</u>			
Solteiro	2,20bB	2,75bA	2,48		
Consoiciado	2,72aB	3,77aA	3,25		
Média	2,46	3,26			
		<u>2011</u>			
Solteiro	2,58bB	3,42bA	3,00		
Consoiciado	3,47aB	4,20aA	3,84		
Média	3,03	3,81			
		<u>2012</u>			
Solteiro	3,07bB	3,89bA	3,48		
Consoiciado	3,86aB	4,90aA	4,38		
Média	3,46	4,40			
		<u>2013</u>			
Solteiro	4,17bB	4,83aA	4,50		
Consoiciado	4,58aB	4,90aA	4,74		
Média	4,38	4,87			
	Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>
Sistema de cultivo (S)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	0,519	0,012	0,041	0,055	0,002
CV(%)	22,2	10,3	6,5	4,4	3,4

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Diâmetro médio do tronco (mm) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos – SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média		
	Sequeiro	Irrigado			
		<u>2009</u>			
Solteiro	54,3bA	59,7bA	57,0		
Consoiciado	64,9aB	87,8aA	76,4		
Média	59,6	73,8			
		<u>2010</u>			
Solteiro	77,8bA	85,7bA	81,8		
Consoiciado	87,6aB	107,5aA	97,5		
Média	82,7	96,6			
		<u>2011</u>			
Solteiro	93,5bA	95,7bA	94,6		
Consoiciado	105,0aB	122,2aA	113,6		
Média	99,3	109,0			
		<u>2012</u>			
Solteiro	105,7bA	109,5bA	107,6		
Consoiciado	115,8aB	149,6aA	132,7		
Média	110,8	129,6			
		<u>2013</u>			
Solteiro	121,5	140,3	130,9b		
Consoiciado	133,4	155,0	144,2a		
Média	127,5B	147,7a			
	Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>
Sistema de cultivo (S)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	<0,001	0,068	0,004	<0,001	0,630
CV(%)	9,5	11,1	7,3	6,1	6,6

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De maneira geral, o uso da irrigação favorece o desenvolvimento das fruteiras no Estado de São Paulo (HERNANDEZ et al., 1994; PAULINO et al., 1994) e para a noqueira-macadâmia não foi diferente. Dierberger e Marino Netto (1985) destacam que em

seu habitat natural, as nogueiras-macadâmia recebem de 3.750 a 5.000 mm de chuva por ano. Para Hamilton e Fukunaga (1959), a precipitação ideal para o desenvolvimento da noqueira-macadâmia pode chegar a 2.940 mm anuais e nas condições onde se desenvolveu o presente estudo o regime pluviométrico anual é de 1.342 mm (CEPAGRI, 2012), portanto, menor que nas condições da região de origem da noqueira-macadâmia.

Nesse estudo, ao final do período de avaliação, o crescimento em altura, diâmetro da copa e diâmetro do tronco foi, respectivamente, de 20, 11 e 16% superior nos sistemas irrigados, em comparação aos de sequeiro (Tabelas 3, 4 e 5). Para Stephenson et al. (2003), há alta correlação negativa entre a deficiência hídrica, a condutância e a taxa de fotossíntese em plantas de noqueira-macadâmia. A condutância estomática diminuiu em 80% quando o potencial de água no xilema é menor que -2,4 MPa e há uma diminuição da ordem de 10% do crescimento da parte aérea e 8% no sistema radicular, quando o potencial de água no xilema foi mantido em -1,5 MPa em uma das fases do ciclo fenológico da planta, o que pode explicar o maior crescimento proporcionado pela irrigação nas nogueiras-macadâmia, na região estudada.

Embora o efeito da irrigação tenha afetado positivamente o crescimento das nogueiras-macadâmia, as plantas não irrigadas (sequeiro) em sistema de consórcio com café arábica tiveram maior crescimento em altura e diâmetro do tronco que as de sistema solteiro irrigado, até o ano de 2012 (Tabelas 3 e 5). O desempenho em crescimento das plantas nesses tratamentos foi bastante similar durante os anos de avaliação. Perdoná et al. (2012a), estudando o desenvolvimento da noqueira-macadâmia consorciadas com cafeeiros, observaram que as raízes dessas plantas cresciam por debaixo das copas do cafeeiro e foram beneficiadas pelo microclima proporcionado pelo sombreamento do solo e pelas condições de maior fertilidade, propiciadas pelas adubações dos cafeeiros, para desenvolverem raízes e explorar maior volume de solo. Essas observações explicam o bom desempenho observado, no presente trabalho, nas plantas do consórcio sequeiro. Resultados semelhantes foram observados em outras espécies. Melo e Guimarães (2000) observaram que a consorciação com o café favoreceu o crescimento da seringueira (41% em altura e 71% para o diâmetro do tronco) e do mogno (42% para a altura e de 56% para o diâmetro). Além do maior volume de solo explorado, é possível que as recomendações brasileiras, com 50 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, para produções de até 5.000 kg ha⁻¹ de nozes (QUAGGIO et al., 1997), utilizadas nos tratamentos

solteiros, sejam insuficientes para o pleno desenvolvimento da cultura da noqueira-macadâmia, pois Fletcher et al. (2009) relataram que produtores australianos utilizam doses próximas a $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, evidenciando a necessidade de estudos para obter maiores produtividades no Brasil.

O número de nozes por planta sofreu influência do sistema de cultivo, do regime hídrico e da interação entre esses fatores em 2009, 2011, 2013 e também no total acumulado das cinco safras (Tabela 6). Houve efeito positivo do cultivo consorciado com café arábica e da irrigação por gotejamento, com os maiores valores observados no tratamento consorciado e irrigado. No ano 2010, houve efeito isolado dos fatores estudados, sendo que tanto o cultivo consorciado quanto a irrigação aumentaram o número de nozes por planta. Já em 2012, houve efeito significativo apenas do regime hídrico, com o maior número de nozes por planta tendo sido proporcionado pelo tratamento com irrigação.

Na média dos anos, a irrigação promoveu um aumento no número de frutos produzidos da ordem de 140% (Tabela 6). Esse considerável aumento é justificável, pois, para São José (1991), a produção de boas safras de noz-macadâmia no Brasil depende da ocorrência de chuvas, ou da prática de irrigação, por ocasião do florescimento e enchimento dos frutos, aumentando o “pegamento” da florada e diminuindo a queda prematura de frutos. Observa-se que o clima da região em estudo é o Cwa, tropical, com estação seca no inverno, que justamente, coincide com a época das floradas em agosto e setembro (SOBIERAJSKI et al., 2007). Stephenson et al. (2003) também observaram que a queda prematura de frutos, por condições ambientais de estresse, pode ser diminuída com irrigação e verificaram redução de até 99% no número de frutos, causado por abortamento precoce, quando foi imposto deficiência hídrica durante a fase de desenvolvimento floral.

Considerando o número total de nozes produzidas, na média dos sistemas irrigado e não irrigado, o consórcio aumentou o número de frutos em 32% (Tabela 6). Há que se considerar que as plantas de noqueira-macadâmia em sistema de consórcio sofreram podas anuais a partir da primeira safra (2009), retirando ramos produtivos que limitaram o potencial de produção das plantas. Mesmo nesta condição, na média, o consórcio irrigado aumentou em 228% o número de nozes produzidas em relação ao cultivo solteiro sem irrigação e em 27% em relação ao solteiro irrigado. Estes resultados demonstram que o consórcio é uma opção mais viável do que o cultivo solteiro.

Tabela 6. Número médio de nozes por planta da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2009</u>				
Solteiro	8,0bB	39,6bA	23,8			
Consoiciado	31,5aB	126,1aA	78,8			
Média	19,8	82,9				
		<u>2010</u>				
Solteiro	44,2	254,6	149,4b			
Consoiciado	196,9	415,3	306,1a			
Média	120,6B	335,0A				
		<u>2011</u>				
Solteiro	210,3bB	533,0bA	371,7			
Consoiciado	402,3aB	1.397,9aA	900,1			
Média	306,3	965,5				
		<u>2012</u>				
Solteiro	455,24	863,44	659,3			
Consoiciado	533,91	1.074,85	804,4			
Média	494,6B	969,2A				
		<u>2013</u>				
Solteiro	685,9bB	1.934,0aA	1.309,9			
Consoiciado	853,5aB	1.587,8bA	1.220,7			
Média	769,7	1.760,9				
		<u>Total</u>				
Solteiro	1.403,6bB	3.624,6bA	2.514,1			
Consoiciado	2.018,1aB	4.602,0aA	3.310,1			
Média	1.710,9	4.113,3	3.310,1			
		Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>Total</u>
Sistema de cultivo	<0,001	<0,001	<0,001	0,112	0,135	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	<0,001	0,817	<0,001	0,458	<0,001	0,046
CV(%)	29,2	23,8	25,8	38,1	14,6	10,0

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Além da disponibilidade de água nos períodos mais críticos, o cultivo consorciado irrigado oferece maior disponibilidade de nutrientes às plantas nesse período, seja pela presença da umidade no solo ou pelas adubações dos cafeeiros que são aproveitadas pelas noqueiras-macadâmia. Stephenson e Gallagher (1989b) observaram floradas mais abundantes quando aplicaram $690 \text{ g planta}^{-1}$ de N em abril e junho, elevando o teor do elemento na época da floração, quando comparadas as adubações de novembro e janeiro, e, Stephenson e Gallagher (1989a) recomendaram o parcelamento das adubações nitrogenadas em 12 vezes ao ano, condições que, na região estudada e também nas principais regiões de cultivo no Brasil, só podem ser atendidas com o uso da irrigação.

O peso médio da noz foi influenciado pela irrigação e pela interação entre os fatores estudados somente nos dois primeiros anos de avaliação (Tabela 7). Em 2009, o menor valor foi proporcionado pelo tratamento consorciado e irrigado, o que pode ter sido devido ao maior número de nozes por planta, proporcionado por este tratamento (Tabela 6 e 7). Trochoulis e Johns (1992) também relataram que irrigação de noqueira-macadâmia reduziu o tamanho da noz, provavelmente devido à retenção de mais nozes, promovendo competição entre elas por fotoassimilados. Porém, no ano de 2010, o menor peso médio da noz foi obtido no tratamento com a combinação do sistema de cultivo solteiro e regime de sequeiro (Tabela 7), evidenciando que, além de afetar o número de frutos (Tabelas 6), o déficit hídrico (Tabela 1) também tem efeitos no peso da noz. Neste ano, a reposição de água nos sistemas irrigados foi de 288 mm (Tabela 1), a segunda maior registrada no período estudado. Nos demais anos não houve efeito dos fatores estudados nem da interação entre eles no peso médio da noz.

Para Fletcher et al. (2009), o crescimento reprodutivo das noqueiras-macadâmia faz uso de carboidratos de reservas, enquanto que o vegetativo utiliza os nutrientes absorvidos do solo. Assim, a melhor nutrição da planta em determinadas épocas do ano influencia o desenvolvimento vegetativo das plantas, mas tem pouca influência no tamanho e peso das nozes, refletindo-se somente no desenvolvimento de ramos e na produção de frutos do ano seguinte. Essas observações podem explicar porque a disponibilidade de água foi mais importante do que a disponibilidade de nutrientes proporcionada pelo consórcio no desenvolvimento dos frutos (Tabela 7).

Tabela 7. Peso médio da noz (g) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2009</u>				
Solteiro	5,84aA	5,85aA	5,85			
Consortiado	5,96aA	5,45bB	5,71			
Média	5,90	5,65				
		<u>2010</u>				
Solteiro	5,86bB	6,35aA	6,11			
Consortiado	6,34aA	6,35aA	6,35			
Média	6,10	6,35				
		<u>2011</u>				
Solteiro	6,63	6,56	6,60a			
Consortiado	6,54	6,68	6,61a			
Média	6,59A	6,62A				
		<u>2012</u>				
Solteiro	6,23	6,71	6,47a			
Consortiado	6,64	6,65	6,65a			
Média	6,44A	6,68A				
		<u>2013</u>				
Solteiro	7,37	7,31	7,34			
Consortiado	7,59	7,37	7,48			
Média	7,48	7,34				
		<u>Média</u>				
Solteiro	6,39	6,56	6,47			
Consortiado	6,61	6,51	6,56			
Média	6,50	6,53				
	Probabilidade ($P>F$)					
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>Média</u>
Sistema de cultivo (S)	0,247	0,039	0,910	0,279	0,414	0,200
Regime hídrico (I)	0,044	0,032	0,793	0,134	0,414	0,594
S x I	0,037	0,039	0,433	0,150	0,640	0,056
CV(%)	6,5	5,6	6,3	7,7	7,2	3,2

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Uma vez que não foi evidente o efeito dos tratamentos no peso das nozes (Tabela 7), a produção de nozes por planta (Tabela 8) acompanhou os resultados apresentados pelo número de nozes (Tabela 6) e foi afetada pelo sistema de cultivo, regime hídrico e pela interação entre eles, com exceção para o ano de 2012, quando se verificou somente efeito da irrigação sobre essa variável. De maneira geral, tanto o cultivo consorciado quanto a irrigação proporcionaram maiores produções de nozes por planta, com efeito aditivo quando o cultivo consorciado e a irrigação foram utilizados em combinação (Tabela 8).

Na soma das safras, o aumento de produção proporcionado pela irrigação foi de 140% (Tabelas 8). Na Austrália, resultados semelhantes foram obtidos, já que em um ano de baixa precipitação, Rothwell (2007), trabalhando com plantas do cultivar HAES 246, com trinta anos de idade e densidade de 200 plantas por hectare, verificou aumento de 97% na produção de nozes em áreas irrigadas. Os resultados também estão de acordo com Stephenson et al. (2003), que concluíram que curtos períodos de estresse hídrico, em qualquer uma das fases reprodutivas (iniciação e desenvolvimento floral e expansão e maturação dos frutos), reduzem a produtividade de nozes, mas com maior intensidade quando ocorrem durante as fases de abortamento prematuro dos frutos (novembro) e acúmulo de óleo (dezembro). Esses autores verificaram redução de 45% na produção quando o estresse hídrico aconteceu na fase de abortamento prematuro dos frutos. Assim, considerando as condições do local de origem da noqueira-macadâmia e os aumentos de produção verificados neste trabalho nos tratamentos irrigados, pode-se afirmar que nos tratamentos não irrigados ocorreram déficits hídricos relevantes para a cultura na região de estudo, e que o uso da irrigação é benéfico nestas condições, principalmente em solos arenosos.

Considerando a média dos sistemas com e sem irrigação, o consórcio aumentou 30% a produção de nozes, no total das safras avaliadas (Tabela 8). Além dos prováveis efeitos já citados de melhor disponibilidade hídrica e de nutrientes durante as diversas fases fenológicas conferidos pela consorciação, para Marin et al. (2004), os sistemas agroflorestais promovem aumento na quantidade de matéria orgânica, de substâncias húmicas e frações de carbono no solo, resultando em melhoria de sua qualidade. Alterações favoráveis no microclima são importantes para as culturas, bem como para os organismos do solo que à medida que encontram menor temperatura, maior umidade e menor variação destes fatores, se estabelecem, favorecendo entre outras propriedades, a ciclagem de nutrientes (MARTIUS et

al., 2004), o que fortalece a idéia do uso do consórcio para a obtenção de maiores produções da noqueira-macadâmia no Estado de São Paulo.

As produções obtidas no cultivo sequeiro são compatíveis com as citadas por Sobierajski et al. (2006) e Pimentel et al. (2007), para o Estado de São Paulo. Embora as adubações utilizadas nas áreas de consórcio fossem muito superiores às aquelas recomendadas para a noqueira-macadâmia, suas produções não foram reduzidas nestas condições, mas sim aumentadas (Tabela 8). Resultados semelhantes também foram observados em outras espécies arbóreas. Melo e Guimarães (2000) observaram que a consorciação com o café favoreceu o crescimento da seringueira, do neem e do mogno e atribuíram o maior crescimento das espécies florestais consorciadas à adubação usada no café. Considerando-se que as plantas de maior produção também apresentaram maior crescimento (Tabelas 3 e 5), pode-se supor que as adubações recebidas pelas noqueiras-macadâmia consorciadas (superior às recomendações oficiais do Estado) favoreceram sua produtividade. Portanto, estudos são necessários para que novos níveis de adubação dessa cultura sejam estabelecidos.

O peso médio da amêndoa não sofreu efeito dos fatores estudados e da interação entre eles apenas nos anos de 2011 e 2013 (Tabela 9). Nos demais anos e na média deles, essa variável foi afetada pela interação entre os fatores. Em 2009, apenas no sistema de cultivo solteiro, a irrigação proporcionou aumento no peso médio da amêndoa, não havendo efeito do sistema de cultivo nos valores dessa variável, independentemente do regime hídrico adotado. Já nos anos de 2010, 2012 e na média dos anos, o uso da irrigação proporcionou maiores pesos médios da amêndoa. Os menores valores foram observados no sistema de cultivo solteiro e sem a presença de irrigação, corroborando Stephenson et al. (2003), que verificaram uma tendência de produzir amêndoas menores em plantas que sofriam curtos períodos de deficiência hídrica, evidenciando mais uma vez a importância do uso da irrigação no cultivo da noqueira-macadâmia na região.

Tabela 8. Produção de nozes (g planta^{-1}) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irigado				
		<u>2009</u>				
Solteiro	47,6bB	230,6bA	139,1			
Consoiciado	186,8aB	688,3aA	437,6			
Média	117,2	459,4				
		<u>2010</u>				
Solteiro	260,0bB	1.607,7bA	933,9			
Consoiciado	1.238,5aB	2.629,5aA	1.934,0			
Média	749,3	2.118,6				
		<u>2011</u>				
Solteiro	1.387,1bB	3.480,2bA	2.433,7			
Consoiciado	2.610,9aB	9.283,8aA	5.947,4			
Média	1.999,0	6.382,0				
		<u>2012</u>				
Solteiro	2.785,1	5.756,9	4.271,0			
Consoiciado	3.493,3	7.035,0	5.264,2			
Média	3.139,2B	6.396,0A				
		<u>2013</u>				
Solteiro	5.051,9bB	14.117,5aA	9.584,7			
Consoiciado	6.446,1aB	11.697,2bA	9.071,7			
Média	5.749,0	12.907,4				
		<u>Total</u>				
Solteiro	9.531,7	25.192,9	17.362,3b			
Consoiciado	13.975,6	31.333,8	22.654,7a			
Média	11.753,7B	28.263,3A	28.263,3A			
		Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>Total</u>
Sistema de cultivo (S)	<0,001	<0,001	<0,001	0,069	0,216	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	<0,001	0,018	<0,001	0,591	<0,001	0,128
CV(%)	33,6	20,6	25,5	34,7	13,8	8,6

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Peso médio da amêndoa (g) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2009</u>				
Solteiro	1,41aB	1,73aA	1,57			
Consortiado	1,55aA	1,64aA	1,60			
Média	1,48	1,685				
		<u>2010</u>				
Solteiro	1,59bB	1,78aA	1,69			
Consortiado	1,73aA	1,74aA	1,74			
Média	1,66	1,76				
		<u>2011</u>				
Solteiro	1,92	1,93	1,93a			
Consortiado	1,99	1,98	1,99a			
Média	1,96A	1,96A				
		<u>2012</u>				
Solteiro	1,60bB	1,81aA	1,71			
Consortiado	1,76aA	1,75aA	1,76			
Média	1,68	1,78				
		<u>2013</u>				
Solteiro	1,93	2,02	1,97			
Consortiado	2,05	2,12	2,09			
Média	1,99	2,07				
		<u>Média</u>				
Solteiro	1,67bB	1,87aA	1,77			
Consortiado	1,82aA	1,84aA	1,83			
Média	1,75	1,85				
		Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>Média</u>
Sistema de cultivo (S)	0,648	0,308	0,176	0,363	0,065	0,026
Regime hídrico (I)	<0,001	0,047	0,998	0,075	0,174	<0,001
S x I	0,043	0,072	0,819	0,052	0,863	0,014
CV(%)	10,8	8,9	7,0	9,9	9,0	4,6

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A taxa de recuperação de amêndoas (TR) é a relação entre o peso da amêndoa e da noz, e esta não foi afetada pelos fatores estudados nas safras 2010, 2011 e 2012, mas nas safras 2009, 2013 e na média dos anos, o tratamento irrigado proporcionou maiores valores dessa variável (Tabela 10). No ano de 2008 (que reflete na colheita de 2009), houve a maior reposição de água pela irrigação, 321 mm (Tabela 1), durante o período estudado. Isso mostra que, além de afetar o peso do fruto (Tabela 7), a irrigação pode também favorecer a produção de nozes com melhor qualidade, ou seja, produzir amêndoas maiores em relação às nozes, quando comparadas às produzidas no sistema sem irrigação, quando ocorrem déficits hídricos em algumas fases específicas do desenvolvimento. Para Stephenson et al. (2003), os maiores efeitos da deficiência hídrica na TR acontecem quando esta se dá durante a fase de acúmulo de óleo (dezembro). Esses autores verificaram que a TR diminuiu de 34 para 24,9% quando o déficit hídrico foi promovido durante essa fase. Para Pimentel et al. (2007), a TR é um importante fator na eficiência econômica no cultivo da noqueira-macadâmia e, os resultados obtidos no presente trabalho, permitem afirmar que a irrigação, além de maior produtividade, também favorece maiores valores da TR, na região estudada.

A produção de amêndoas sofreu efeito significativo da interação entre os fatores nos anos de 2009, 2011 e 2013, sendo que houve efeito aditivo do cultivo consorciado e do uso da irrigação incrementando a produção de amêndoas (Tabela 11). Já em 2012 houve aumento da produção de amêndoas apenas com o uso da irrigação, independentemente do sistema de cultivo utilizado. No ano de 2010 e no total acumulado dos anos, houve apenas efeitos isolados dos fatores estudados, sendo que tanto o cultivo consorciado quanto o uso da irrigação proporcionaram incremento na produção de amêndoas, como efeito somado do aumento na produção de nozes (Tabela 6) e da TR (Tabela 10). A consorciação promoveu incremento na produção de amêndoas, em relação ao cultivo solteiro, de 51 e 27% sob regime não irrigado e irrigado, respectivamente. A irrigação incrementou a produção de amêndoas em 176% no cultivo solteiro e 133% no cultivo consorciado.

Tabela 10. Taxa média de recuperação de amêndoas (%) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2009</u>				
Solteiro	24,4	29,5	27,0a			
Consortiado	25,9	30,1	28,0a			
Média	25,2B	29,8A				
		<u>2010</u>				
Solteiro	27,1	28,3	27,7a			
Consortiado	27,3	27,5	27,4a			
Média	27,2A	27,9A				
		<u>2011</u>				
Solteiro	29,1	29,4	29,3a			
Consortiado	30,6	29,6	30,1a			
Média	29,8A	29,5A				
		<u>2012</u>				
Solteiro	25,8	27,0	30,6a			
Consortiado	26,4	26,4	26,4a			
Média	26,1A	26,7A				
		<u>2013</u>				
Solteiro	26,2	27,4	26,8			
Consortiado	26,7	28,6	27,6			
Média	26,4B	28,0A				
		<u>Média</u>				
Solteiro	26,5	28,3	27,4			
Consortiado	27,4	28,4	27,9			
Média	26,9B	28,4A				
	Probabilidade ($P>F$)					
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>Média</u>
Sistema de cultivo (S)	0,051	0,543	0,229	0,992	0,092	0,065
Regime hídrico (I)	<0,001	0,203	0,637	0,244	0,002	<0,001
S x I	0,444	0,337	0,326	0,252	0,448	0,162
CV(%)	5,9	6,3	6,9	5,9	5,5	2,9

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Produção média de amêndoas (g planta⁻¹) da noqueira-macadâmia em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2009</u>				
Solteiro	10,9bB	67,2bA	39,1			
Consoiciado	48,2aB	207,2aA	127,7			
Média	29,6	137,2				
		<u>2010</u>				
Solteiro	71,2	456,9	264,0b			
Consoiciado	336,6	721,7	529,2a			
Média	203,9B	589,3A				
		<u>2011</u>				
Solteiro	408,1bB	1.015,5bA	711,8			
Consoiciado	796,3aB	2.756,1aA	1.776,2			
Média	602,2	1.885,8				
		<u>2012</u>				
Solteiro	717,4	1.550,1	1.133,7a			
Consoiciado	918,1	1.857,5	1.387,8a			
Média	817,8B	1.703,8A				
		<u>2013</u>				
Solteiro	1.320,1bB	3.891,8aA	2.525,5			
Consoiciado	1.714,59aB	3.336,4bA	2.605,9			
Média	1.517,35	3.614,11				
		<u>Total</u>				
Solteiro	2.527,7	6.981,3	4.754,6b			
Consoiciado	3.813,8	8.878,9	6.346,3a			
Média	3.170,7B	7.930,1A				
		Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>2013</u>	<u>Total</u>
Sistema de cultivo (S)	<0,001	<0,001	<0,001	0,068	0,546	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	<0,001	0,992	<0,001	0,693	<0,001	0,087
CV(%)	30,0	21,7	28,6	33,5	16,3	9,9

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De maneira geral, o uso isolado da irrigação e da consorciação com a cultura do café favoreceu o desenvolvimento, a produção e a qualidade dos frutos de noqueira-macadâmia (Tabelas 3 a 11) e a associação desses manejos apresentou efeitos sinérgicos. Os resultados de desenvolvimento e produção das noqueiras-macadâmia permitem afirmar que o uso da irrigação no seu cultivo é altamente benéfico nas condições da região do estudo. Esses resultados apontam, ainda, o cultivo consorciado com café como alternativa para diminuição do período juvenil e aumento da produtividade (com melhores efeitos quando se utiliza o sistema irrigado), principais gargalos para o crescimento dessa noqueira no Brasil segundo Pimentel et al. (2007). Os resultados também colocam o cafeeiro arábica como uma opção viável para otimizar e alavancar o cultivo da noqueira-macadâmia no Brasil, principalmente em condições de irrigação, corroborando as ideias de Martin (1992) e Sobierajski et al. (2006).

6.1.2 Crescimento e produção dos cafeeiros

A altura das plantas de cafeeiro foi afetada pelo sistema de cultivo, pelo regime hídrico e pela interação entre esses fatores, em todos os anos, com exceção de 2011, ano em que só houve efeito do regime hídrico (Tabela 12). Em 2008, 2009 e 2012, a irrigação proporcionou maior altura das plantas, independentemente do sistema de cultivo, porém, sob irrigação as plantas em sistema consorciado apresentaram maior altura. No ano de 2010, houve efeito positivo da irrigação apenas nas plantas do sistema de cultivo solteiro e, sob irrigação, esse sistema proporcionou maior altura das plantas do que no sistema de cultivo consorciado. Em 2011, apenas a irrigação teve efeito positivo sobre a altura das plantas, independentemente do sistema de cultivo.

Reposições anuais entre 152 e 321 mm (Tabela 1) foram necessárias para manter a umidade do solo no período estudado e, na condição sem irrigação, os processos metabólicos e, conseqüentemente, o crescimento das plantas, foram limitados nos períodos de deficiência hídrica. Em plantas da cultivar Obatã IAC 1669-20, diferenças na altura das plantas em sistemas irrigados e não irrigados foram observadas desde o primeiro ano de implantação da cultura em Maringá-PR (REZENDE et al., 2010). Em Lavras-MG, plantas irrigadas da cultivar Rubi MG-1192 atingiram média de 0,90 m por volta dos 450 dias após o plantio, enquanto as não irrigadas atingiram esta altura somente por volta de 690 dias

(CARVALHO et al., 2006). Resultados semelhantes aos do presente trabalho também foram observados em plantas adultas de café cultivadas em diversas outras regiões por Matiello e Dantas (1987), Alves (1999) e Gomes et al. (2007), confirmando os efeitos benéficos da irrigação mesmo em regiões consideradas aptas ao cultivo do café sem o seu uso, como essa do presente estudo.

O uso do consórcio também favoreceu o crescimento em altura das plantas de café (Tabela 12). Os resultados obtidos divergem dos de Rodrigues (2009), que trabalhou com cedro australiano (*Toona ciliata*, var. *Australis*) e pinus cuiabano (*Parkia multijuga*) como árvores sombreadoras da cultura do café, provavelmente pela competição exercida por essas espécies aos cafeeiros, mas corroboram Paiva et al. (2003), que observaram maior crescimento em cafeeiros submetidos à 50% de sombra artificial, e também Coltri (2012), que observou que durante uma estação, cafeeiros consorciados com noqueira-macadâmia cresceram, em média, 0,70 m a mais que os solteiros. Sabe-se que, as modificações do microclima nos cafeeiros sombreados geram redução na radiação solar global incidente, menor flutuação da temperatura, redução na velocidade do vento e maior umidade relativa do ar (MORAIS et al., 2006), fatores que melhoram seu desenvolvimento. Além disso, altas temperaturas na folha limitam o desempenho fotossintético (DAMATTA, 2004), podendo limitar o desenvolvimento do cafeeiro, e o crescimento em altura é um mecanismo de adaptação utilizado para buscar espaços com maior taxa de luminosidade. Esses efeitos, podem explicar os resultados de maior desenvolvimento dos cafeeiros, obtidos neste experimento.

No diâmetro do tronco das plantas de café, houve apenas efeitos isolados dos fatores estudados nos quatro primeiros anos (Tabela 13). A presença de irrigação foi favorável ao crescimento do tronco em diâmetro, em todos os quatro anos. No ano de 2012 também, porém, com interação da irrigação com o sistema de cultivo. Os resultados corroboram Alves et al. (2000), que em seus estudos em Lavras-MG, obtiveram aumento linear no diâmetro do tronco quando aplicaram laminas entre 0 e 100% da evaporação do tanque Classe A (ECA) e demonstraram também que houve maior acúmulo de matéria seca nas plantas sob essa condição.

Tabela 12. Altura média da planta (m) de café arábica em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média		
	Sequeiro	Irrigado			
		<u>2008</u>			
Solteiro	0,72aB	0,96bA	0,84		
Consortiado	0,74aB	1,05aA	0,90		
Média	0,73	1,00			
		<u>2009</u>			
Solteiro	1,29aB	1,40bA	1,35		
Consortiado	1,32aB	1,54aA	1,43		
Média	1,31	1,47			
		<u>2010</u>			
Solteiro	1,72aB	1,97aA	1,85		
Consortiado	1,69aA	1,78bA	1,74		
Média	1,71	1,88			
		<u>2011</u>			
Solteiro	2,02	2,32	2,17a		
Consortiado	2,01	2,27	2,14a		
Média	2,02B	2,30A			
		<u>2012</u>			
Solteiro	2,35aB	2,52bA	2,44		
Consortiado	2,18bB	2,58aA	2,38		
Média	2,27	2,55			
	Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>
Sistema de cultivo (S)	0,024	0,008	0,008	0,336	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	0,041	0,075	0,046	0,519	<0,001
CV(%)	8,4	6,8	6,8	4,5	2,1

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Diâmetro médio do tronco (mm) da planta de café arábica em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média		
	Sequeiro	Irrigado			
		<u>2008</u>			
Solteiro	37,7	42,2	40,0		
Consoiciado	37,2	42,2	39,7		
Média	37,5B	42,2A			
		<u>2009</u>			
Solteiro	44,1	47,1	45,6		
Consoiciado	42,5	46,9	44,7		
Média	43,3B	47,0A			
		<u>2010</u>			
Solteiro	47,9	52,5	50,2		
Consoiciado	46,5	51,6	49,1		
Média	47,2B	52,1A			
		<u>2011</u>			
Solteiro	62,4	67,1	64,8a		
Consoiciado	52,9	58,2	55,6b		
Média	57,7B	62,7A			
		<u>2012</u>			
Solteiro	65,7aB	70,3aA	68,0		
Consoiciado	56,0bB	68,0bA	62,0		
Média	60,9	69,2			
	Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>
Sistema de cultivo (S)	0,717	0,318	0,208	<0,001	<0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S x I	0,717	0,432	0,781	0,757	<0,001
CV(%)	5,4	6,1	5,7	5,0	3,9

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos sistemas de cultivo, apenas nos anos de 2011 e 2012 o cultivo solteiro proporcionou maior diâmetro do tronco das plantas de café que o sistema consorciado, porém, com interação com o regime hídrico no ano de 2012 (Tabela 13). No entanto, pode ter ocorrido sombreamento excessivo a partir do quinto ano após a implantação do consórcio (2010), levando a redução do diâmetro do tronco dos cafeeiros em comparação com o cultivo solteiro. Isto demonstra que não houve competição entre as plantas consorciadas até aquela época, mas que, as podas executadas (com a intenção de manter a mecanização), ou seja, nos ramos que se projetaram sobre as entrelinhas, não foram suficientes para manter o adequado crescimento dos cafeeiros, e que podas dos ramos que crescem no sentido das fileiras de plantio são necessários para evitar a competição por espaço entre o cafeeiro e a nogueira-macadâmia após o quinto ano.

A produção de café beneficiado por planta foi afetada apenas pelo regime hídrico nos dois primeiros anos (2008 e 2009) e em 2011 (Tabela 14). Nos dois anos iniciais, a irrigação proporcionou maior produção por planta, porém, em 2011 (ano de baixa produção), as plantas irrigadas apresentaram menor produção, como reflexo do desgaste dessas plantas, causado pela grande produção no ano anterior, efeito chamado de bienalidade (DAMATTA, 2004). O maior crescimento promovido pela irrigação (Tabelas 12 e 13) refletiu em maior produção (Tabela 14), pois, plantas mais robustas e mais altas apresentam maior número de ramos plagiotrópicos e, conseqüentemente, maior potencial produtivo (ARÊDES et al., 2010). Além disso, baixos valores de potencial de água nas plantas (Ψ_{wa}) não irrigadas podem reduzir significativamente o número de flores se comparadas às plantas irrigadas, com reflexos na produtividade de grãos (SILVA et al., 2003 e SILVA et al., 2008b).

Considerando a produção total das cinco safras, no cultivo de sequeiro, o sistema consorciado proporcionou incremento de 16% na produção de grãos de café beneficiado por planta, comparado ao cultivo solteiro (Tabela 14). Jaramillo e Chavez (1999) observaram deficiência hídrica em um cafezal a pleno sol, enquanto as plantas sombreadas com *Inga* sp. não apresentaram deficiência. DaMatta e Rena (2002) afirmaram que o aumento da serapilheira e da capacidade de reciclagem de nutrientes auxiliam na manutenção ou melhoria da fertilidade, o que justifica os resultados obtidos, que evidenciam os benefícios do consórcio, quando utilizado em cultivos não irrigados, para melhorar as condições do ambiente.

Tabela 14. Produção média de grãos beneficiados (g planta⁻¹) de café arábica, em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2008</u>				
Solteiro	147,7	383,7	265,7			
Consortiado	163,0	366,1	264,6			
Média	155,4B	374,9A				
		<u>2009</u>				
Solteiro	462,6	702,1	582,4			
Consortiado	477,3	744,8	611,1			
Média	470,0B	723,5A				
		<u>2010</u>				
Solteiro	962,9bB	1.217,6aA	1.090,3			
Consortiado	1.158,8aB	1.290,7aA	1.224,5			
Média	1.060,9	1.253,9				
		<u>2011</u>				
Solteiro	310,7	225,0	267,9			
Consortiado	312,6	266,8	289,7			
Média	311,7A	245,9B				
		<u>2012</u>				
Solteiro	360,8bB	1.335,6aA	848,2			
Consortiado	490,7aB	1.230,0bA	860,3			
Média	425,7	1.282,8				
		<u>Total</u>				
Solteiro	2.244,7bB	3.864,0aA	3.054,3			
Consortiado	2.602,4aB	3.898,0aA	3.250,2			
Média	2.423,5	3.881,0				
		Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>Total</u>
Sistema de cultivo (S)	0,922	0,247	0,003	0,248	0,387	0,001
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
S x I	0,160	0,569	0,075	0,290	<0,001	0,006
CV(%)	13,6	12,9	11,3	21,0	5,1	5,5

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos anos de 2010, 2012 e no total acumulado, houve efeito da interação entre os fatores estudados, e, efeito sinérgico na produção do cafeeiro foi observado pelo uso da irrigação e da consorciação com a noqueira-macadâmia (Tabela 14). Este sinergismo deu-se pela melhoria nas condições gerais do cultivo, proporcionadas pela consorciação (Coltri, 2012), e pela maior disponibilidade de nutrientes, associadas à disponibilidade de água nos diferentes períodos do ano, proporcionada pelo uso da irrigação, evitando deficiência hídrica e promovendo a absorção de nutrientes durante todo o ano.

A produção individual (Tabela 14) e produtividade (Tabela 15) apresentaram comportamentos diferentes, pois, enquanto no cultivo solteiro foram plantados 4.082 cafeeiros ha⁻¹, no consórcio havia apenas 3.887 plantas de café (além de 194 noqueiras). A produtividade de café beneficiado por área teve efeito da interação entre os fatores estudados nos anos 2008, 2010, 2012 e no total acumulado de todas as safras (Tabela 15). Com exceção do ano de 2011, a irrigação proporcionou maiores produtividades, independentemente do sistema de cultivo utilizado. Em 2011 (ano de baixa produção), a menor produtividade com irrigação foi reflexo, principalmente, das maiores produtividades proporcionadas por esse tratamento no ano anterior, o que pode ter promovido menor desenvolvimento de ramos.

Comparando os sistemas sequeiros, o sistema de cultivo consorciado, mesmo com 5% de plantas a menos por hectare, proporcionou maior produtividade de café que o sistema solteiro, nos anos de 2010 e 2012 e no total acumulado (Tabela 15). Baliza et al. (2011) avaliaram as modificações morfológicas que ocorrem nas folhas de cafeeiros cultivados à sombra e verificaram que as estruturas anatômicas das folhas de café arábica e suas respectivas funções apresentam significativa plasticidade morfoanatômica aos diferentes níveis de radiação solar, adaptando sua forma de acordo com a quantidade de radiação incidente e concluíram que com 35% de sombra ocorre melhoria da estrutura interna das folhas do cafeeiro, o que pode favorecer algumas características fisiológicas interessantes e otimizar o desenvolvimento e produtividade dessa cultura. Coltri (2012), trabalhando com noqueiras-macadâmia de seis metros em consórcio com cafeeiros (condições semelhantes as deste estudo), verificou que a diminuição na incidência de radiação solar foi de 29,4%. Assim, a redução da radiação solar pode ter favorecido os cafeeiros na condição arborizada.

Tabela 15. Produtividade média de grãos beneficiado (sc ha⁻¹) de café arábica, em função do sistema de cultivo e do regime hídrico, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Sistema de cultivo	Regime hídrico		Média			
	Sequeiro	Irrigado				
		<u>2008</u>				
Solteiro	10,1aB	26,1aA	18,1			
Consortiado	10,6aB	23,7bA	17,1			
Média	10,3	24,9				
		<u>2009</u>				
Solteiro	31,5	47,8	39,6			
Consortiado	30,9	48,3	39,6			
Média	31,2B	48,0A				
		<u>2010</u>				
Solteiro	65,5bB	82,8aA	74,2			
Consortiado	75,1aB	83,6aA	79,4			
Média	70,3	83,2				
		<u>2011</u>				
Solteiro	21,1	15,3	18,2a			
Consortiado	20,3	17,3	18,8a			
Média	20,7A	16,3B				
		<u>2012</u>				
Solteiro	24,5bB	90,9aA	57,7			
Consortiado	31,8aB	79,7bA	55,7			
Média	28,2	85,3				
		<u>Média</u>				
Solteiro	30,5bB	52,6aA	41,6			
Consortiado	33,7aB	50,5aA	42,1			
Média	32,1	51,5				
		Probabilidade ($P>F$)				
	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>2012</u>	<u>Total</u>
Sistema de cultivo (S)	0,221	0,978	0,069	0,654	0,040	0,447
Regime hídrico (I)	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
S x I	0,066	0,741	0,078	0,255	<0,001	0,001
CV(%)	13,5	12,8	11,3	20,9	5,1	5,5

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sob irrigação por gotejamento, o sistema consorciado proporcionou menor produtividade de café que a condição de cultivo solteiro nos anos de 2008 e 2012 (Tabela 15). Considerando a produtividade acumulada das cinco safras, e a média dos sistemas de cultivo, a irrigação aumentou a produtividade de café beneficiado em torno de 60%. Costa et al. (2010) também trabalharam com cafeeiros da cultivar Obatã em Maringá-PR e obtiveram incremento de produção da ordem de 80%, na primeira safra, com a utilização da irrigação. Nas condições de Campinas-SP, Arruda e Grande (2003) avaliaram 16 colheitas e observaram que em todos os biênios a produção irrigada foi igual ou superior à não irrigada, sendo que a produção foi aumentada em 347 kg ha⁻¹ em média, resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo. Os resultados obtidos também corroboram Alves (1999), Souza (2001), Soares et al. (2005), Carvalho et al. (2006) e Gomes et al. (2007). Tais aumentos foram verificados neste e em outros experimentos por que o estado hídrico das células do cafeeiro afeta sensivelmente a expansão celular, a abertura estomática e a fotossíntese (DAMATTA et al., 1996), assim, sob condições de deficiência hídrica as plantas são menos produtivas. Os resultados obtidos confirmam a importância do uso da irrigação no cultivo do cafeeiro na região Centro-Oeste paulista para a obtenção de aumento das produtividades.

O sistema de cultivo não interferiu na produtividade acumulada, sob irrigação por gotejamento, contudo, em condições de sequeiro o sistema consorciado promoveu produtividade de café beneficiado 10,4% maior que a do sistema solteiro (Tabela 15). Esses resultados divergem de Steiman et al. (2011), que verificaram uma diminuição de 72,6% na produção de cafeeiros consorciados com noqueira-macadâmia no Havaí. Porém, naquele estudo, as noqueiras estavam com 17 anos de idade e plantadas no espaçamento de 7,5 m x 7,5 m, conferindo entre 87-97% de sombra aos cafeeiros, valores considerados excessivos por diversos autores (DAMATTA, 2004; LUNZ, 2006; MORAIS, 2006).

Muito embora os prejuízos causados ao crescimento dos cafeeiros, no cultivo consorciado, no ano de 2011 (Tabela 12 e 13), tenha tido reflexo na produção de 2012 (Tabela 15), o presente trabalho evidencia que não há diminuição da produção dos cafeeiros, quando as noqueiras-macadâmia são submetidas às podas necessárias. Considerando as cinco safras iniciais, o cultivo consorciado com a noqueira-macadâmia favoreceu a produtividade dos cafeeiros, em sistema sequeiro, e não interferiu em condições de irrigação. Os resultados concordam com Melo e Guimarães (2000), que também não observaram decréscimo na

produção de cafeeiros sombreados por seringueira, mogno e neem, espaçados em 9 x 6 metros no cerrado mineiro.

6.1.3 Desempenho do consórcio

Considerando-se somente o cultivo sequeiro, a consorciação aumentou a produtividade de amêndoas das noqueiras-macadâmia em 51% (Tabelas 11 e 16) e dos cafeeiros em 10%, em relação aos seus respectivos cultivos solteiros (Tabelas 15 e 16). É possível que uma relação simbiótica possa envolver o cultivo em consórcio de café e noqueira-macadâmia e ser benéfica à cada uma das espécies, o que ajudaria na explicação do bom desenvolvimento de ambas as culturas do consórcio. Aquino et al. (2008) comprovaram maior população e diversidade de espécies de minhocas em cultivos de cafeeiros sombreados. Bonfim et al. (2010) verificaram maior número de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) em lavouras de café sombreadas por grevileas em Vitória da Conquista-BA, beneficiando ambas as plantas. Coltri (2012) observou aumento de 9,5% na massa úmida de cafeeiros consorciados com noqueiras-macadâmia comparados ao cultivo solteiro, fortalecendo a ideia da possibilidade de um desenvolvimento harmônico e simbiótico entre eles. Isto também ficou demonstrado neste, uma vez que, mesmo estando muito próximos (0,70 m), os cafeeiros não tiveram seu desenvolvimento e produção diminuídos até o quarto ano do cultivo, mas sim, mostraram tendência à melhora, e, o desenvolvimento e produção das noqueiras-macadâmia também foram favorecidos pelo uso do consórcio.

O efeito da arborização na produção do cafeeiro tem gerado muita discussão, podendo ser encontrados na literatura exemplos de aumento e redução da produtividade em função da arborização (ARCHANJO et al., 2007). Normalmente, a maior contribuição da arborização se dá em ambientes sub-ótimos ao cultivo do café, sendo pequena, ausente, ou mesmo negativa em ambientes mais próximos de um "ótimo" teórico para o cafeeiro arábica (MUSCHLER, 1997). Assim, conclui-se que as condições de cultivo solteiro não irrigado do café arábica, na região Centro-Oeste paulista, não são aquelas que possibilitam a máxima expressão de produtividade da cultivar utilizada nesse trabalho. E que essas condições podem ser otimizadas pelo uso de arborização ou de consórcio nos cultivos da região.

Os resultados de desenvolvimento e produção dos cafeeiros (Tabelas 12 a 15) permitem afirmar que o uso da irrigação no cultivo do café é benéfico nas condições da região do estudo. Também é possível afirmar que tanto o café quanto a noqueira-macadâmia beneficiaram-se das condições favoráveis, fornecidas mutuamente, pelas condições do consórcio, e que, com manejo adequado de podas, é possível se obter os benefícios da arborização por noqueiras-macadâmia no desenvolvimento e produção do café, principalmente em condições de cultivo não irrigado.

Tabela 16. Produtividades de café e noqueira-macadâmia nas cinco primeiras safras, em três sistemas de cultivo (café solteiro, macadâmia solteira e consórcio entre elas), com e sem irrigação, em Dois Córregos-SP, de 2008 a 2013.

Produção	1 ^a safra	2 ^a safra	3 ^a safra	4 ^a safra	5 ^a safra	Média
<u>Nogueira-macadâmia solteira sequeiro</u>						
Amêndoa (kg ha ⁻¹)	2,1	13,8	79,3	139,4	256,6	98,3
<u>Nogueira-macadâmia solteira irrigado</u>						
Amêndoa (kg ha ⁻¹)	13,0	88,8	394,7	556,8	756,4	362,0
<u>Café solteiro sequeiro</u>						
Café (sc ha ⁻¹)	10,1	31,5	65,5	21,1	24,5	30,6
<u>Café solteiro irrigado</u>						
Café (sc ha ⁻¹)	26,1	47,8	82,8	15,3	90,9	52,6
<u>Consórcio sequeiro</u>						
Amêndoa (kg ha ⁻¹)	9,4	65,4	154,8	186,8	333,3	149,9
Café (sc ha ⁻¹)	10,6	30,9	75,1	20,3	31,8	33,7
<u>Consórcio irrigado</u>						
Amêndoa (kg ha ⁻¹)	40,3	140,3	535,7	361,0	648,5	345,1
Café (sc ha ⁻¹)	23,7	48,3	83,6	17,3	79,7	50,5

6.1.4 Resultados econômicos

Os menores custos de implantação foram verificados nos tratamentos sem irrigação, de maneira que o sistema menos oneroso de todos foi o cultivo da noqueira-macadâmia solteira, seguida pelo café solteiro (Tabela 17). A implantação da cultura da noqueira-macadâmia é menos onerosa que a do café, pois na última, além do maior custo com mudas, a quantidade de insumos utilizados, mão de obra e operações mecanizadas também são superiores (PIMENTEL et al., 2007; AGRIANUAL, 2011). Na sequência crescente de custos, a ordem para os tratamentos irrigados foi: noqueira-macadâmia solteira, café solteiro e

consórcio. O custo da irrigação (não amortizado neste estudo) foi aquele que mais impactou nos custos de instalação dos sistemas. A irrigação exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos, em controle e distribuição de água e gastos com energia e mão de obra para operação do sistema e, esses são custos adicionais, devem ser pagos pelo incremento de produtividade proporcionado pela irrigação (RODRIGUEZ, 1990).

Tabela 17. Custo de produção (CP), receita bruta (RB) e resultados econômicos acumulados (RA), em R\$ ha⁻¹, da implantação até a quinta safra das culturas do café, da nogueira-macadâmia e do consórcio entre elas, com e sem irrigação, em Dois Córregos - SP, de 2006 a 2013.

Índices	Ano							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<u>Nogueira-macadâmia solteira sequeiro</u>								
CP	4.833,71	1.482,86	1.754,04	1.733,38	2.070,06	2.181,59	2.653,42	1.752,18
RB			0,00	34,08	221,28	1.269,12	2.231,04	4.105,23
RA	-4.833,71	-6.347,55	-8.101,60	-9.769,92	-11.618,69	-12.531,16	-12.953,55	-10.600,49
<u>Nogueira-macadâmia solteira irrigado</u>								
CP	10.672,60	1.761,11	2.100,81	2.238,92	2.872,52	3.324,53	4.656,52	3.721,32
RB				208,80	1.420,80	6.315,84	8.908,00	12.102,62
RA	-10.672,60	-12.433,70	-14.534,51	-16.564,63	-18.016,35	-15.025,05	-10.773,56	-2.392,26
<u>Café solteiro sequeiro</u>								
CP	9.842,03	3.306,38	5.630,71	9.219,09	14.772,50	7.264,59	10.595,04	
RB			3.872,00	12.120,70	25.231,55	8.140,83	9.455,84	
RA	-9.842,03	-13.148,41	-14.907,12	-12.005,51	-1.546,46	-670,23	-1.809,43	-1.809,43
<u>Café solteiro irrigado</u>								
CP	18.092,68	3.584,63	7.251,28	11.199,11	17.521,93	7.098,27	18.358,32	
RB			10.051,78	18.396,80	31.912,19	5.894,68	35.004,08	
RA	-18.092,68	-21.677,30	-18.876,81	-11.679,12	2.711,15	1.507,56	18.153,33	18.153,33
<u>Consórcio sequeiro</u>								
CP	12.262,36	3.463,13	5.958,98	9.721,13	15.817,42	8.286,05	11.954,51	1.457,99
RB				4.218,41	12.955,52	31.406,49	10.794,95	17.579,81
RA	-12.262,36	-15.725,49	-17.615,99	-15.278,40	-1.118,93	876,97	4.159,62	8.033,59
<u>Consórcio irrigado</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.497,11	11.836,98	18.571,47	9.506,78	19.788,89	2.538,31
RB			9.134,83	19.233,60	34.453,17	15.232,26	36.470,89	10.375,46
RA	-20.368,94	-24.110,31	-22.472,60	-15.075,97	805,73	6.531,20	23.213,20	31.050,35

Os custos anuais de manutenção das lavouras foram mais baixos para os sistemas com noqueira-macadâmia solteira (sequeiro e irrigado), seguidos pelo café solteiro (sequeiro e irrigado), que por sua vez estiveram sempre próximos aos custos do consórcio (sequeiro e irrigado) (Tabela 17), pois as principais operações foram as mesmas nestes dois últimos sistemas. Os valores obtidos confirmam os resultados de Oliveira et al. (2010) que relataram que os fatores que mais contribuem para o aumento do custo total na área irrigada são os custos variáveis, tais como mão de obra e energia, e o tratamento não irrigado, apresenta o menor custo total, mas também a menor produtividade. Em Lavras-MG, Silva et al. (2003) verificaram que as despesas com os recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final do café em todos os tratamentos irrigados, e esse aspecto também foram verificados no presente trabalho.

Os resultados econômicos mais desfavoráveis foram proporcionados pelo sistema noqueira-macadâmia solteira sem irrigação, no qual, após a quinta safra, os investimentos ainda não haviam sido pagos (Tabela 17). Esses resultados corroboram Pimentel et al. (2007), que em seus estudos sobre a viabilidade econômica da cultura, estimaram que em sistema de sequeiro a noqueira-macadâmia apresentaria resultados negativos até o décimo primeiro ano no Estado de São Paulo. Resultados pouco mais favoráveis aconteceram para a noqueira-macadâmia irrigada e café solteiro sem irrigação. Contudo, considerando-se os preços de café (R\$ 385,27 saca^{-1}) utilizados nesse trabalho, ainda que 26% acima do preço mínimo oficial (R\$ 307,00 saca^{-1}) para safra 2013/14, a receita da venda da produção obtida em sistema não irrigado, não foi suficiente para cobrir os custos até o sétimo ano após o plantio. Já a elevação da produtividade ocasionada pelo uso da irrigação, favoreceu melhores resultados econômicos na cultura da noqueira-macadâmia, que por projeção, deverá apresentar resultados positivos após a sexta safra, indicando que o uso da irrigação pode diminuir em até cinco anos o período de retorno do investimento, nessa cultura, nas condições do Estado de São Paulo. O consórcio sequeiro apresentou resultados positivos após a quarta safra do café e terceira da noqueira-macadâmia (Tabela 17). Além do incremento na produção da noqueira-macadâmia (Tabela 8) e do café (Tabela 15), esse resultado se deu por que a noqueira-macadâmia produz nozes de alto valor de mercado (VILAS BOAS et al., 2012; MARO et al., 2012), conferindo maior rentabilidade que os sistemas solteiros. Este é, portanto, um sistema indicado aos cafeicultores que não possuam facilidade para o uso da irrigação e, em especial,

aos pequenos produtores, pois, os sistemas agroflorestais são uma alternativa de baixo custo ao produtor e possibilitam ganho de renda adicional à produção (LIN, 2007), melhorando a viabilidade da cafeicultura não irrigada na região. Ressalta-se ainda que, nos estudos econômicos, os ingressos de recursos referentes à venda das nozes, sempre ocorriam no ano seguinte aos ingressos das vendas de café, assim os recursos da primeira safra de café foram computados no ano de 2008, enquanto que os da macadâmia no ano de 2009.

O café solteiro irrigado e consórcio irrigado pagaram o investimento após o terceiro ano de safra (2010), tendo o último apresentado os melhores resultados ao final de cinco safras das culturas estudadas entre os tratamentos testados. Esses resultados foram possíveis devido aos incrementos de produtividades obtidos nesses sistemas (Tabelas 8 e 15), em relação aos cultivos não irrigados. Para Souza (2001), aumento de 74% na produção com o uso da irrigação foi observado, tornando essa a opção de melhor viabilidade econômica em Araguari-MG. A mesma tendência descrita foi observada por Arêdes et al. (2010), em Maringá-PR, que concluíram que a produção irrigada eleva o custo total de produção, diminui o custo médio de produção por saca e eleva o retorno econômico, reduzindo o tempo de recuperação do capital investido e o risco da atividade.

Os resultados obtidos corroboram ainda Esperancini e Paes (2005), que em Botucatu-SP, verificaram que a elevação do nível de produtividade proporcionada pela irrigação aumentou consideravelmente os indicadores econômicos e reduziu o tempo de recuperação do capital investido. Utilizando preços do café da safra 2011 (R\$ 483,00 saca⁻¹), Perdoná et al. (2012b) observaram o pagamento do investimento na terceira safra, para a cultura do café em sequeiro, no Centro-Oeste paulista. Por outro lado, Souza (2001) não encontrou viabilidade econômica para produzir café no pacote tecnológico de até 40 sacas ha⁻¹, em diversas simulações, utilizando as séries históricas do preços da saca de café. Esses resultados reforçam a ideia da necessidade do uso da irrigação na região do estudo, pois a produtividade média obtida no sistema solteiro sequeiro no presente trabalho foi de 30,5 sacas ha⁻¹ (Tabela 15). As referências e os resultados obtidos corroboram Kobayashi et al. (2008), que consideram o uso da água um dos principais fatores da sustentabilidade da cafeicultura moderna.

Mesmo com os resultados positivos aferidos no café solteiro irrigado, após a quinta safra, o consórcio irrigado apresentou resultados econômicos 71% superior a

este tratamento (Tabela 17), mostrando ser a melhor opção de investimento na região, entre os sistemas avaliados. A elevação da produtividade, como resultado da irrigação, e o ingresso de fonte extra de recursos, geraram benefícios econômicos superiores aos custos ocasionados pela adoção dessas tecnologias, corroborando Melo e Guimarães (2000) e Nicoleli e Moller (2006). Assim, considerando o período estudado, pode-se apontar sequencialmente como melhor opção econômica para o cultivo na região: o consórcio de café e noqueira-macadâmia irrigado, café solteiro irrigado, consórcio de café e noqueira-macadâmia sequeiro, café sequeiro, noqueira-macadâmia irrigada e noqueira-macadâmia sequeiro.

6.2 Experimento II

6.2.1 Crescimento e produção das noqueiras-macadâmia

As cultivares de noqueira-macadâmia estudadas apresentaram crescimentos verticais diferentes (Tabela 18). No início da produção (2009), as plantas da cultivar IAC 4-12B apresentaram maior altura, evidenciando crescimento inicial mais vigoroso. Contudo, nos anos seguintes e de maneira geral, as cultivares australianas apresentaram maior crescimento vertical. A cultivar HAES 660 foi a que apresentou maior altura e a cultivar IAC 4-20 foi a de menor altura, ao final das medições. A radiação solar incidente nos cafeeiros é um dos principais elementos meteorológicos modificados na consorciação de cultivos (PEZZOPANE et al., 2003). A arquitetura da planta utilizada no sombreamento tem influência direta sobre a taxa de radiação solar incidente no café (e na sua fotossíntese) e será tanto menor quanto maior for a altura da planta sombreadora (PEZZOPANE et al., 2010). Até o final deste estudo não se usou podas para limitar a altura das plantas de noqueira-macadâmia, mas sabe-se que o componente arbóreo caracteriza o respectivo sistema e se destaca como elemento básico com atribuições definidas dentro de cada associação (ALVARENGA, 2000). Além disso, é importante considerar que plantas de noqueira-macadâmia podem atingir 18 m de altura (SÃO JOSÉ, 1991), diminuindo a transmissividade da radiação no sistema (PEZZOPANE et al., 2010). O sombreamento excessivo prejudica a produtividade do cafeeiro (DAMATTA, 2004), assim, futuramente, é provável que as cultivares de maior desenvolvimento em altura demandem podas, enquanto

que, as de menor altura não, o que leva a conclusão de que plantas de menor altura sejam mais apropriadas ao consórcio.

Tabela 18. Altura média da planta (m) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano				
	2009	2010	2011	2012	2013
HAES 816	3,63abc	5,03a	5,13a	5,20ab	5,70ab
HAES 344	3,47bc	4,47ab	5,20a	5,63ab	6,03ab
HAES 660	4,07ab	4,77a	5,23a	5,83a	6,10 ^a
IAC 9-20 com poda	3,63abc	4,23ab	4,90ab	5,07bc	5,40b
IAC 4-12B com poda	4,20a	4,57ab	5,17a	5,10ab	5,50ab
IAC 4-20 com poda	3,37c	3,67b	4,23bc	4,33cd	4,53c
IAC 9-20 sem poda	3,57abc	4,23ab	4,63abc	5,23ab	5,87ab
IAC 4-12B sem poda	3,90abc	4,63a	5,10a	4,90bcd	5,63ab
IAC 4-20 sem poda	3,40c	3,67b	4,00c	4,27d	4,70c
Probabilidade ($P>F$)	0,002	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	6,0	7,6	5,1	5,0	4,3

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro da copa é a medida que melhor demonstra a competição por luz e por espaço que as noqueiras-macadâmia oferecem aos cafeeiros. Neste aspecto, as cultivares de noqueira-macadâmia também se diferenciaram (Tabela 19). Na última avaliação, os galhos das plantas vizinhas de noqueira-macadâmia já haviam se encontrado em quatro dos nove tratamentos avaliados e nos outros tratamentos os intervalos não eram maior que 1 m. As cultivares nacionais apresentaram maior crescimento horizontal, uma vez que o ângulo de inserção de seus ramos no tronco é maior que o ângulo encontrado nas cultivares havaianas (PERDONÁ et al., 2012a). As cultivares havaianas apresentaram menor diâmetro de copa, destacando-se a HAES 660 e a HAES 816. Após as podas, realizadas anualmente com o objetivo de se manter a mecanização do sistema, as noqueiras nacionais podadas apresentavam os primeiros galhos inseridos em seus troncos a 1,50 m de altura do solo, enquanto que as não podadas havaianas e nacionais a 1,0 m e 0,6 m, respectivamente, sendo que os galhos das últimas tocavam o chão, como representado na Figura 4. Assim, a concorrência por espaço

com as plantas mais próximas ocorria na seguinte ordem: nacionais sem poda, havaianas e nacionais com poda. A presença de renques de noqueira-macadâmia modifica o microclima no interior da lavoura e diminui a incidência de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) sobre as plantas de café (PEZZOPANE et al., 2010). Já a descontinuidade de cobertura em sistemas arborizados causa diferenças nas transmissões em diferentes pontos do sistema, e o tipo de copa da árvore utilizada e sua densidade de sombreamento influenciam diferentemente a incidência da radiação, nos diversos pontos do consórcio (PEZZOPANE et al., 2011). Assim, plantas com menor desenvolvimento horizontal permitem maior transmissividade à radiação solar dentro do sistema (PERDONÁ et al., 2012a), requerem menos poda, permitem a chegada de luz nos ramos mais baixos dos cafeeiros das linhas vizinhas e, portanto, são mais desejáveis ao consórcio.

A análise associada das variáveis diâmetro da copa e altura da planta permite verificar que as copas das cultivares havaianas são mais altas e menos largas que as nacionais e têm formatos cônicos ou cilíndricos (Figura 4). Já as nacionais apresentam copa arredondada, com crescimento lateral vigoroso, demandando podas e ocasionando maiores custos ao sistema conforme advertiram DaMatta e Renna (2002).

Tabela 19. Diâmetro médio da copa (m) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano				
	2009	2010	2011	2012	2013
HAES 816	2,13cd	3,20bcd	3,93bcd	3,93bc	4,33cd
HAES 344	2,07d	2,83d	3,17e	4,10bc	4,50bc
HAES 660	2,27cd	2,97cd	3,50de	3,73c	4,00d
IAC 9-20 com poda	2,13cd	3,97ab	4,30abc	4,90a	4,90a
IAC 4-12B com poda	3,37ab	4,13a	4,47ab	4,90a	4,90a
IAC 4-20 com poda	2,90abc	3,67abc	3,80cde	4,40ab	4,67abc
IAC 9-20 sem poda	2,90abc	3,97ab	4,40abc	4,90a	4,90a
IAC 4-12B sem poda	3,60a	4,13a	4,63a	4,90a	4,90a
IAC 4-20 sem poda	2,63bcd	3,53abcd	4,07abcd	4,33b	4,73ab
Probabilidade ($P>F$)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	10,4	7,8	5,7	4,2	2,9

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

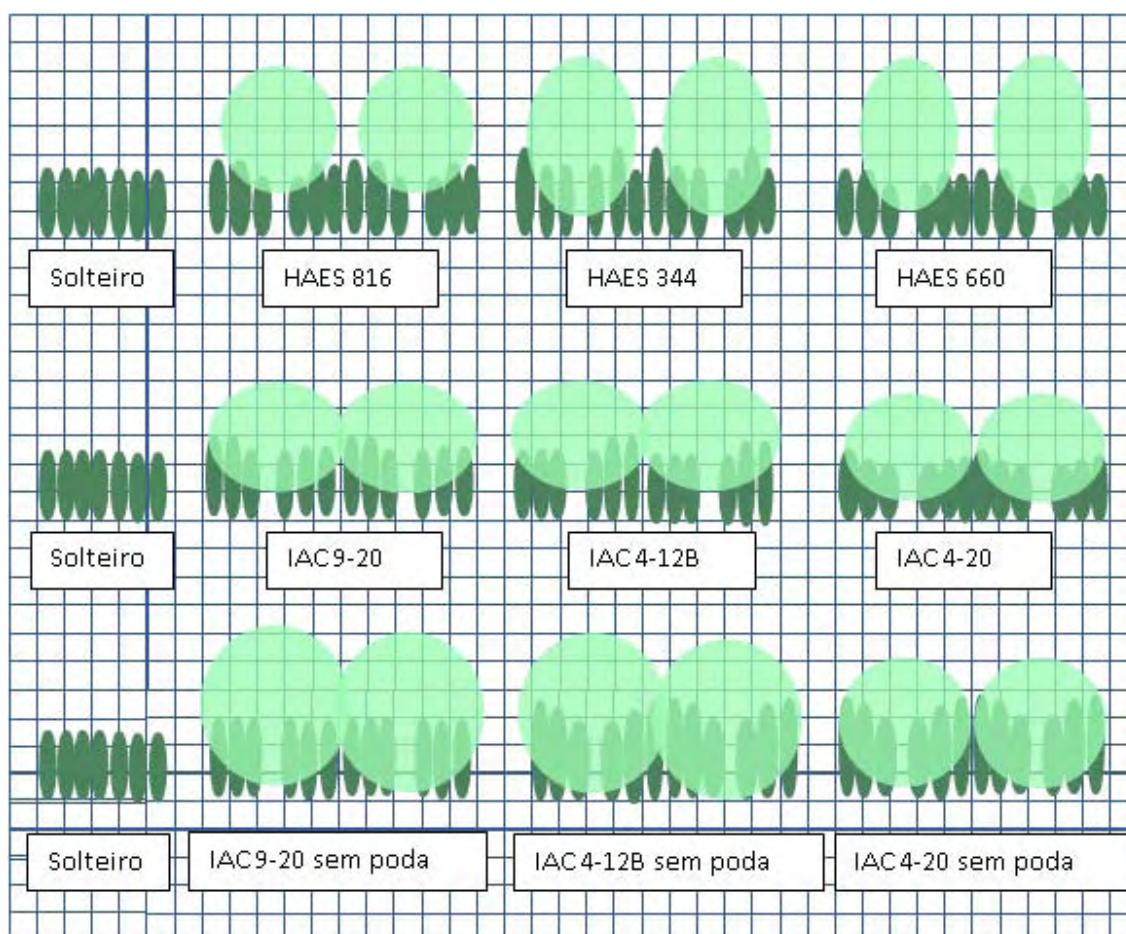


Figura 4. Visão esquemática das fileiras consorciadas de café arábica (elipses escuras) e noqueira-macadâmia (elipses/círculos claros) aos sete anos.

O diâmetro do tronco das cultivares de noqueira-macadâmia apresentou pouca variação (Tabela 20), sendo a cultivar IAC 4-12B sem poda aquela que apresentou maior diâmetro, diferindo apenas das cultivares IAC 4-20 e HAES 344, ao final. A associação de todos os parâmetros de desenvolvimento avaliados permite concluir que a cultivar IAC 4-12B é aquela que apresenta melhor desempenho em crescimento nas condições da região estudada. O diâmetro do tronco pode fornecer informações sobre o crescimento das cultivares nas diferentes regiões, mas não foi bom parâmetro para ser utilizado na comparação entre as cultivares. Resultados semelhantes foram encontrados por Perdoná et al. (2012a), em noqueiras-macadâmia consorciadas sem o uso de podas.

Tabela 20. Diâmetro do tronco (mm) de cultivares noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano				
	2009	2010	2011	2012	2013
HAES 816	85,1ab	108,0a	118,5a	144,3ab	148,7ab
HAES 344	78,1b	105,2a	123,9a	136,7b	144,3b
HAES 660	81,2ab	109,4a	129,1a	145,3ab	156,7ab
IAC 9-20 com poda	85,1ab	107,0a	125,2a	150,3ab	156,7ab
IAC 4-12B com poda	92,6ab	115,4a	138,5a	155,0ab	160,0ab
IAC 4-20 com poda	75,0b	107,5a	123,0a	133,0b	138,0b
IAC 9-20 sem poda	85,7ab	115,0a	124,0a	158,3ab	163,0ab
IAC 4-12B sem poda	98,7a	116,3a	144,0a	170,3a	170,3a
IAC 4-20 sem poda	79,3b	107,3a	127,8a	133,3b	140,0b
Probabilidade ($P>F$)	0,005	0,591	0,100	0,002	0,004
CV(%)	7,2	7,3	7,6	6,3	5,7

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de nozes por planta variou entre as cultivares de noqueira-macadâmia estudadas (Tabela 21). As cultivares nacionais apresentaram maiores produções nos primeiros anos, com destaque para a IAC 4-12B em 2009, mostrando maior precocidade para produção, em função do maior crescimento (Tabelas 18, 19 e 20). A partir da primeira colheita foram realizadas as primeiras podas e, por esse motivo, nos anos seguintes destacaram-se as cultivares nacionais sem poda. Considerando o número total de nozes produzidas nos cinco anos, as plantas das cultivares nacionais, que não sofreram podas, foram as que mais produziram, destacando-se a cultivar IAC 4-20, com número de nozes 140% superior que a cultivar HAES 660, que apresentou o menor número no total. Em Itapira-SP, com plantas da mesma idade, não podadas e em plantio solteiro, Pio et al. (2012) colheram 1.302, 1.974 e 1.969 frutos planta⁻¹ nas cultivares HAES 344, IAC 9-20 e HAES 816, respectivamente, valores inferiores aos desse trabalho, o que evidencia mais uma vez o efeito expressivo da consorciação e irrigação no aumento da produção dessas noqueiras.

Tabela 21. Número médio de nozes por planta de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano					Total
	2009	2010	2011	2012	2013	
HAES 816	29,7e	321,7c	1.762,0ab	1.295,2bc	1.411,2bc	4.818,8c
HAES 344	73,3cde	322,0c	1.373,7c	1.121,3bc	1.405,1c	4.295,7c
HAES 660	58,7de	322,7c	1.167,8c	796,7c	1.412,6bc	3.758,1c
IAC 9-20 com poda	125,7abc	481,3bc	1.394,7c	1.057,8bc	1.613,8bc	4.672,2c
IAC 4-12B com poda	138,0a	472,0bc	1.546,7bc	997,7c	1.342,5c	4.496,1c
IAC 4-20 com poda	80,7bcde	510,7bc	1.779,3ab	1.679,5ab	1.841,3bc	5.890,4bc
IAC 9-20 sem poda	115,5abc	748,4ab	2.805,0a	2.160,6ab	2.212,4ab	8.041,9ab
IAC 4-12B sem poda	129,4ab	733,7ab	2.281,0ab	2.460,9a	2.283,3ab	7.888,9ab
IAC 4-20 sem poda	97,3abcd	818,0a	2.685,4ab	2.807,2a	2.722,2a	9.129,3a
Probabilidade ($P>F$)	<0,001	<0,001	0,0012	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	19,3	18,3	22,5	24,8	24,8	13,3

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O peso médio da noz está relacionado principalmente a fatores genéticos das plantas. As nozes mais pesadas foram produzidas pelas cultivares HAES 816, HAES 344 e IAC 9-20 (Tabela 22). As mais leves foram da cultivar IAC 4-20, sendo 54% inferiores às nozes de maior peso da cultivar HAES 344. Pio et al. (2012) obtiveram valores próximos a estes: 7,60, 7,48 e 7,84 g de peso da noz, nas cultivares HAES 344, IAC 9-20 e HAES 816, respectivamente, evidenciando que as cultivares não têm grandes influência no peso da sua noz, por ocasião de alterações nos sistemas de produção ou das regiões de cultivo.

A produção de nozes por planta considera o número de frutos produzidos e também o seu tamanho, desta forma, a produção de nozes não segue exatamente o mesmo padrão do número de nozes produzidas. Assim, a cultivar IAC 4-20 que se destacou em número de nozes por planta (Tabela 21), apresentou valores de produção intermediários (Tabela 23) por ter os frutos mais leves (Tabela 22). Na soma dos anos, as cultivares IAC 9-20 e 4-12B, sem poda, foram as mais produtivas e a cultivar HAES 660 foi a menos produtiva (Tabela 23), sendo neste aspecto as mais e a menos indicadas, respectivamente, ao cultivo consorciado permanente. Observa-se ainda que nas cultivares nacionais sem poda, a produção teve menor crescimento ou diminuição a partir de 2011, pois os ramos laterais já encontravam

as linhas vizinhas dos cafeeiros e eram sombreados por eles em boa parte do dia. Este efeito determina a época para eliminação dos cafeeiros, quando esses forem a cultura provisória na instalação de um pomar de noqueira-macadâmia. Comparando-se as cultivares nacionais podadas e não podadas, é possível estimar as perdas de produção ocasionadas pelas podas executadas (nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012), que ficaram em 44, 43 e 36%, para as cultivares IAC 9-20, 4-12B e 4-20, respectivamente. Pio et al. (2012) colheram 9.460, 15.080 e 15.250 g planta⁻¹ nas cultivares HAES 344, IAC 9-20 e HAES 816, respectivamente, resultados próximos aos obtidos neste trabalho, porém superiores aos das plantas podadas e inferiores aos das plantas que não receberam podas. Sobierajski et al. (2006) e Pimentel et al. (2007) consideraram que o início de produção se dá após o quarto ou quinto ano de instalação nas lavouras solteiras de sequeiro. Porém, pelos motivos já citados, os resultados desse trabalho demonstram que sob cultivo consorciado com cafeeiro irrigado, as seis cultivares de noqueira-macadâmia testadas apresentaram início de produção aos três anos de idade. Aos cinco anos, a produção média de todos os tratamentos era de 12.429 g planta⁻¹, o que indica o sistema como alternativa viável para a diminuição do período juvenil e aumento da produtividade dessa noqueira.

Tabela 22. Peso médio da noz (g) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano					Média
	2009	2010	2011	2012	2013	
HAES 816	6,33bc	7,27ab	7,63a	7,93a	8,07ab	7,43b
HAES 344	8,70a	7,53a	7,83a	7,67a	8,53a	8,07a
HAES 660	5,93bcd	6,47abc	5,70b	7,00b	7,93ab	6,60b
IAC 9-20 com poda	5,90bcde	6,20bc	6,33ab	7,03b	7,47b	6,56c
IAC 4-12B com poda	6,70bc	6,90abc	7,67a	7,50ab	8,03ab	7,37b
IAC 4-20 com poda	4,60e	5,63c	5,13b	5,00c	5,56c	5,17d
IAC 9-20 sem poda	5,40cde	6,40abc	6,83ab	7,10ab	7,93ab	6,63c
IAC 4-12B sem poda	6,83b	7,10ab	8,00a	7,37ab	8,03ab	7,43b
IAC 4-20 sem poda	4,73de	5,60c	5,40b	4,93c	5,50c	5,23d
Probabilidade ($P>F$)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	7,4	6,8	8,9	4,3	3,8	2,9

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 23. Produção média de nozes (g planta⁻¹) de cultivares de nogueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano					Total
	2009	2010	2011	2012	2013	
HAES 816	193d	2.301b	13.418d	10.200ab	11.355b	37.466bc
HAES 344	633abc	2.429b	10.733cd	8.587bc	11.976b	34.359c
HAES 660	349cd	2.070b	6.557d	5.571c	11.160b	25.706c
IAC 9-20 com poda	746ab	2.997b	8.797cd	7.398bc	12.006b	31.943c
IAC 4-12B com poda	926a	3.254b	11.763bc	7.495bc	10.798b	34.236c
IAC 4-20 com poda	385bcd	2.827b	9.097cd	8.362bc	10.205b	30.875c
IAC 9-20 sem poda	626abc	4.796a	19.004a	15.313ab	17.458a	57.195a
IAC 4-12B sem poda	882a	5.207a	18.091ab	18.026a	18.209a	60.414a
IAC 4-20 sem poda	467bcd	4.522a	14.402ab	13.792ab	14.897ab	48.079ab
Probabilidade ($P>F$)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	23,1	12,76	18,43	26,13	13,7	11,7

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No primeiro ano de produção, a cultivar HAES 344 apresentou maior peso médio da amêndoa (Tabela 24). Contudo, nos demais anos, bem como na média deles, o maior peso médio da amêndoa foi apresentado pela cultivar HAES 816, sendo em média 60% superior a IAC 4-20, menor entre elas. Penoni et al. (2011) obtiveram 2,42 g para as amêndoas da cultivar IAC 9-20, 2,77 g para as da IAC 4-12B e 3,20 g para as da HAES 816. Seus resultados são superiores aos obtidos neste trabalho, porém, os autores não fizeram referência quanto ao teor de umidade das amêndoas que avaliaram.

A taxa de recuperação (TR) é a relação entre o peso da amêndoa e o peso da noz, e, portanto, também é uma característica intrínseca das cultivares, embora possa ser afetada pelas condições de clima e cultivo. A cultivar HAES 816 apresentou a maior TR entre as cultivares testadas, sendo 30% superior a da cultivar IAC 9-20 (Tabela 25). Para Pimentel et al. (2007), a quantidade de nozes produzidas é importante, mas a qualidade do produto representada pela TR é fator decisivo na formação do preço do produto, pois, as indústrias pagam ágio por lotes com maiores valores de TR (PERDONÁ et al., 2012a) e,

neste aspecto, foi evidente o desempenho superior da cultivar HAES 816, distinguindo-a das demais cultivares testadas.

Tabela 24. Peso médio da amêndoa (g) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano					Média
	2009	2010	2011	2012	2013	
HAES 816	1,97abc	2,53a	2,97a	2,90a	2,73a	2,63a
HAES 344	2,47a	2,37ab	2,27bc	2,10c	2,23b	2,30b
HAES 660	2,03abc	2,30ab	1,90cd	2,30bc	2,17b	2,17b
IAC 9-20 com poda	1,77bc	1,70c	1,97bcd	1,83d	2,10b	1,86cd
IAC 4-12B com poda	1,93bc	1,97bc	2,23bc	2,30bc	2,13b	2,10bc
IAC 4-20 com poda	1,53c	2,00abc	1,80d	1,70d	1,60c	1,73d
IAC 9-20 sem poda	1,63bc	1,70c	1,90cd	1,80d	2,03b	1,80d
IAC 4-12B sem poda	2,13ab	1,97bc	2,33b	2,40b	2,10b	2,17b
IAC 4-20 sem poda	1,60c	1,86bc	1,73d	1,63d	1,43c	1,63d
Probabilidade ($P>F$)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	9,2	9,0	7,0	3,9	5,9	4,1

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 25. Taxa de recuperação média de amêndoas (%) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano					Média
	2009	2010	2011	2012	2013	
HAES 816	30,9ab	34,9a	39,1a	36,5a	33,9a	35,1a
HAES 344	28,7b	31,2abc	29,0cd	27,5d	26,2b	28,6cd
HAES 660	34,4a	35,5a	33,5abc	33,5bc	27,6b	32,9ab
IAC 9-20 com poda	29,8ab	27,1c	31,1bcd	26,1d	28,0b	28,4cd
IAC 4-12B com poda	29,2b	28,5bc	29,1cd	30,6c	26,8b	28,9cd
IAC 4-20 com poda	33,3ab	35,4a	35,7ab	34,5ab	28,6b	33,5ab
IAC 9-20 sem poda	29,9ab	26,4c	27,8d	25,2d	26,0b	27,0d
IAC 4-12B sem poda	31,1ab	27,7bc	28,9cd	32,6bc	26,3b	29,3c
IAC 4-20 sem poda	32,8ab	33,4ab	31,9bcd	33,7ab	26,0b	31,5b
Probabilidade ($P>F$)	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	5,4	6,8	6,0	3,3	3,3	2,5

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando a produção acumulada de amêndoas, as cultivares nacionais sem poda foram as que apresentaram os maiores valores, com destaque para IAC 4-12B, mas a cultivar HAES 816 não diferiu delas (Tabela 26), devido sua maior taxa de recuperação (Tabela 25). Entre as nacionais podadas, a IAC 4-20 foi a menos prejudicada pelas podas. As cultivares HAES 660 e IAC 9-20 foram as que apresentaram as menores produções de amêndoas por planta, e não diferiram entre si. Um das principais intenções do consórcio é proporcionar rendimento financeiro superior ao do cultivo solteiro (LIN, 2007; PERDONÁ et al., 2012a), assim, cultivares de noqueira-macadâmia com as maiores produtividades são as mais desejáveis.

Tabela 26. Produção média de amêndoas (g planta⁻¹) de cultivares de noqueira-macadâmia em cultivo consorciado com café arábica, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos- SP, no período de 2009 a 2013.

Tratamento	Ano					Total
	2009	2010	2011	2012	2013	
HAES 816	60c	800cd	5.250a	3.719abc	3.848abc	13.677ab
HAES 344	181abc	760d	3.097abc	2.363bc	3.133bc	9.533bc
HAES 660	120bc	743d	2.190c	1.867c	3.079bc	7.999c
IAC 9-20 com poda	222ab	814cd	2.739bc	1.928c	3.362ab	9.065c
IAC 4-12B com poda	269a	926cd	3.435abc	2.251bc	2.894c	9.774bc
IAC 4-20 com poda	130bc	991bcd	3.221abc	2.882bc	2.915c	10.137bc
IAC 9-20 sem poda	187ab	1.266abc	5.309a	3.861abc	4.525ab	15.147a
IAC 4-12B sem poda	276a	1.440ab	5.231a	5.865a	4.7867a	17.598a
IAC 4-20 sem poda	153abc	1.516a	4.593ab	4.633ab	3.869abc	14.764a
Probabilidade ($P>F$)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001
CV(%)	24,3	15,7	19,7	26,6	14,1	12,5

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em termos gerais, verificou-se que as cultivares de noqueira-macadâmia apresentam diferentes conformações de copa, o que tem efeito no manejo do consórcio e na produtividade dos cafeeiros. Dentro dos aspectos avaliados de crescimento e produção (Tabelas 18 a 26), as cultivares havaianas destacaram-se por facilitar o manejo e oferecer menor competição por espaço aos cafeeiros, porém as cultivares HAES 660 e HAES 344 não apresentaram produtividades comparáveis às das cultivares nacionais. Já as cultivares

nacionais, apresentaram boas produtividades, mas com crescimento lateral vigoroso, oferecendo competição aos cafeeiros e demandando podas, mesmo para sua representante de menor porte a IAC 4-20. Quando submetidas às podas, a produção das cultivares nacionais diminuiu e foi comparável às cultivares havaianas menos produtivas, HAES 660 e HAES 344. Já a cultivar HAES 816 apresentou boas características de desenvolvimento e a maior produção de nozes e amêndoas, em se tratando de cultivo consorciado permanente, possibilitando operações mecanizadas na lavoura. A cultivar IAC 4-12B apresentou maior produtividade quando não podada sendo, portanto, a mais indicada para a condição de um consórcio provisório, que tem como objetivo final a instalação de um pomar de noqueira-macadâmia ou mesmo de um cultivo solteiro irrigado.

6.2.2 Crescimento e produção dos cafeeiros

Até o ano de 2009 não foi observado diminuição na altura dos cafeeiros em sistema de consórcio com as diferentes cultivares de noqueira-macadâmia e manejos testados, mas a partir de 2010 o crescimento vertical das plantas de café foi afetado pelo cultivo em consórcio com as noqueiras-macadâmia (Tabela 27). Na presença de cultivares de noqueira-macadâmia nacionais que não sofreram podas, as plantas de café estiolaram, apresentando maior altura ao final. Esse efeito foi aumentado a cada ano e ficou mais evidente no consórcio com a cultivar IAC 4-20 sem poda no ano 2012, pois, esta apresentou porte baixo (Tabela 18) e sua copa concorreu diretamente com os cafeeiros por espaço (Figura 4). Diferiram também do café solteiro, as plantas de café cultivadas em consórcio com as cultivares HAES 816 e HAES 344, mas as consorciadas com a HAES 660 e as cultivares nacionais podadas IAC 4-12B, 9-20 e 4-20, não diferiram, mostrando serem as que menos interferem no desenvolvimento em altura dos cafeeiros. Os resultados corroboram Lunz (2006), que também verificou que as modificações microclimáticas que ocorrem no cultivo arborizado interferem no comportamento dos cafeeiros, alterando as trocas gasosas, a anatomia, a morfologia, o crescimento e o desenvolvimento dos mesmos.

O efeito do estiolamento ou diminuição na altura dos cafeeiros confunde-se na observação das médias (Tabela 27), mas pode ser separado observando-se o desempenho individual dos cafeeiros nas diferentes posições dentro do consórcio (Figura 5).

Verifica-se que as plantas que tiveram maior estiolamento foram àquelas localizadas na mesma fileira das nogueira-macadâmia, ou seja, nas posições 8, 9, 12 e 13 (Figuras 3 e 5), porém, os cafeeiros imediatamente vizinhos às nogueiras apresentam porte menor em relação às demais plantas. Ressalta-se que, tanto o estiolamento quanto o menor crescimento podem provocar perdas nas produções, porém, maior crescimento, ocasionado por ambiente modificado mais propício ao cafeeiro pode resultar em melhor produção (MUSCHLER, 1997). DaMatta e Rena (2002) relatam que o sombreamento mantém um ambiente mais propício à manutenção das trocas gasosas dos cafeeiros, podendo se traduzir em maior produção. Além disso, melhorias nas condições do solo podem ocorrer em sistemas consorciados. Graner e Godoy Jr. (1971), obtiveram maior produção em cafeeiros sombreados por ingazeiro (*Inga edulis* Mart.) em Piracicaba-SP e atribuíram o incremento ao sombreamento ralo e ao acúmulo de matéria orgânica ocorrido no sistema.

Tabela 27. Altura média da planta (m) de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de nogueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Tratamento	Ano				
	2008	2009	2010	2011	2012
Solteiro	0,94a	1,35a	1,87abc	2,27abc	2,53e
HAES 816	1,02a	1,48a	1,89abc	2,31abc	2,68abcd
HAES 344	1,05a	1,44a	1,88abc	2,31abc	2,74abc
HAES 660	0,92a	1,49a	1,85abcd	2,27abc	2,61cde
IAC 9-20 com poda	1,07a	1,56a	1,75d	2,19bc	2,59de
IAC 4-12B com poda	1,04a	1,29a	1,84bcd	2,25bc	2,63cde
IAC 4-20 com poda	1,01a	1,42a	1,81cd	2,21c	2,62cde
IAC 9-20 sem poda	1,08a	1,56a	1,92ab	2,36ab	2,79ab
IAC 4-12B sem poda	1,08a	1,29a	1,92ab	2,35ab	2,78ab
IAC 4-20 sem poda	1,02a	1,27a	1,94a	2,39a	2,85a
Probabilidade ($P>F$)	0,666	0,014	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	11,0	6,0	1,7	2,0	1,7

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

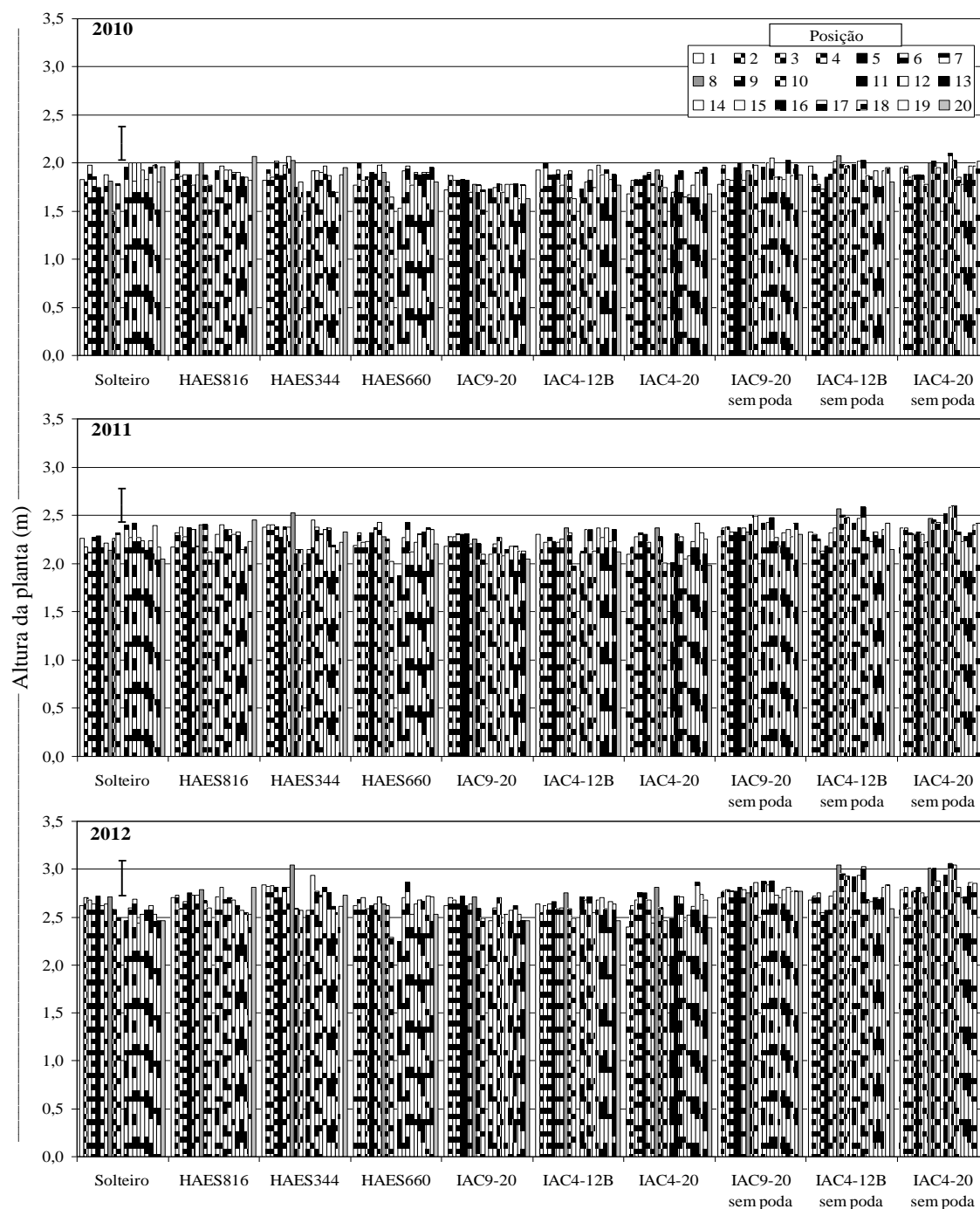


Figura 5. Altura média das plantas de café arábica em função da posição da planta na parcela, em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2010 a 2012. Barras verticais superiores são indicativas do DMS (posição dentro de cada tratamento) do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro do tronco também pode dar uma boa referência da concorrência oferecida pelas cultivares da noqueira-macadâmia aos cafeeiros e, nessa variável, assim como na altura (Tabela 27), também não houve efeito até o ano de 2009 (Tabela 28). Tatagiba et al. (2010) verificaram que sob condições de sombreamento os cafeeiros aumentam sua área foliar, com aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas. Além disso, altas intensidades luminosas saturam o aparelho fotossintético do cafeeiro, acarretando fotoinibição em condições de alta luminosidade (NUNES et al., 1993), que ocorrem com certa frequência nos cultivos solteiros, o que explica o bom desenvolvimento, mesmo com menor intensidade de luz. O crescimento dos cafeeiros depende, principalmente, da disponibilidade de água, de luz e de nutrientes. Os resultados observados até 2009 permitem inferir que quando não há competição por espaço ou luz, em condições de irrigação, a noqueira-macadâmia não oferece concorrência aos cafeeiros por nutrientes. Assim, a noqueira-macadâmia apresenta-se como uma alternativa viável de planta sombreadora ao cafeeiro, pois, minimizar a competição é o objetivo mais importante em sistemas arborizados de cafezais (SANCHEZ, 1995).

Na última medição do diâmetro dos troncos, as plantas de café, cultivadas em consórcio com as cultivares de noqueira-macadâmia nacionais podadas, não diferiram do café solteiro (testemunha), que apresentou o maior valor (Tabela 28). Porém, mesmo sem se notar diminuições no crescimento dos cafeeiros, uma diminuição na produção pode acontecer, pois ocorrem diminuições do número de gemas florais em sistemas demasiadamente sombreados (DAMATTA; RENA, 2002). Dessa forma, a avaliação da produção é que define a necessidade de podas nas plantas sombreadoras, ou ainda a viabilidade da manutenção ou retirada das plantas afetadas pelo sombreamento em consórcios provisórios. Em consórcio com as cultivares de noqueira-macadâmia havaianas, os diâmetros do tronco dos cafeeiros apresentaram valores intermediários, que não diferiram das nacionais com ou sem poda, sendo que estas últimas ofereceram maior concorrência e os cafeeiros apresentaram os menores diâmetros de tronco na presença delas.

O desempenho individualizado de cada planta de café separa os efeitos das médias e mostra com clareza as plantas que tiveram seus desenvolvimentos afetados positiva ou negativamente pelo consórcio (Figura 6). As mesmas plantas que apresentaram maior altura, também foram as que apresentaram menor diâmetro do tronco (Tabelas 27 e 28),

ou seja, as plantas de café imediatamente vizinhas às plantas de nogueira-macadâmia nacionais sem poda estirolaram, por ocasião da diminuição da RFA nas fileiras vizinhas às das nogueiras que, segundo Pezzopane et al. (2011), pode variar entre 17 e 88% da RFA. Porém uma menor altura e diâmetro do tronco foram verificados nas plantas vizinhas das nogueiras-macadâmia das cultivares nacionais podadas e havaianas (Figuras 5 e 6), caracterizando diminuição na assimilação de carbono pela planta inteira (DAMATTA; RENA, 2002) ocasionada pela competição por espaço e luz nesses sistemas.

Tabela 28. Diâmetro médio do tronco (mm) de plantas de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de nogueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Tratamento	Ano				
	2008	2009	2010	2011	2012
Solteiro	43,0a	47,7a	52,3a	65,0a	69,3a
HAES 816	41,3a	48,3a	51,1ab	60,9bc	64,8bc
HAES 344	43,0a	44,0a	51,3ab	61,3abc	64,9bc
HAES 660	41,3a	45,3a	50,5abc	61,2abc	64,8bc
IAC 9-20 com poda	42,3a	47,7a	53,3a	64,9ab	68,6ab
IAC 4-12B com poda	39,7a	46,7a	52,3a	63,4ab	67,3ab
IAC 4-20 com poda	39,7a	44,3a	52,7a	63,5ab	67,4ab
IAC 9-20 sem poda	41,0a	47,0a	48,2bc	58,5c	61,8c
IAC 4-12B sem poda	39,7a	46,7a	47,3c	57,8c	62,1c
IAC 4-20 sem poda	40,7a	46,7a	48,1bc	58,4c	62,1c
Probabilidade ($P>F$)	0,216	0,621	<0,001	<0,001	<0,001
CV(%)	4,4	6,0	2,4	2,3	2,1

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

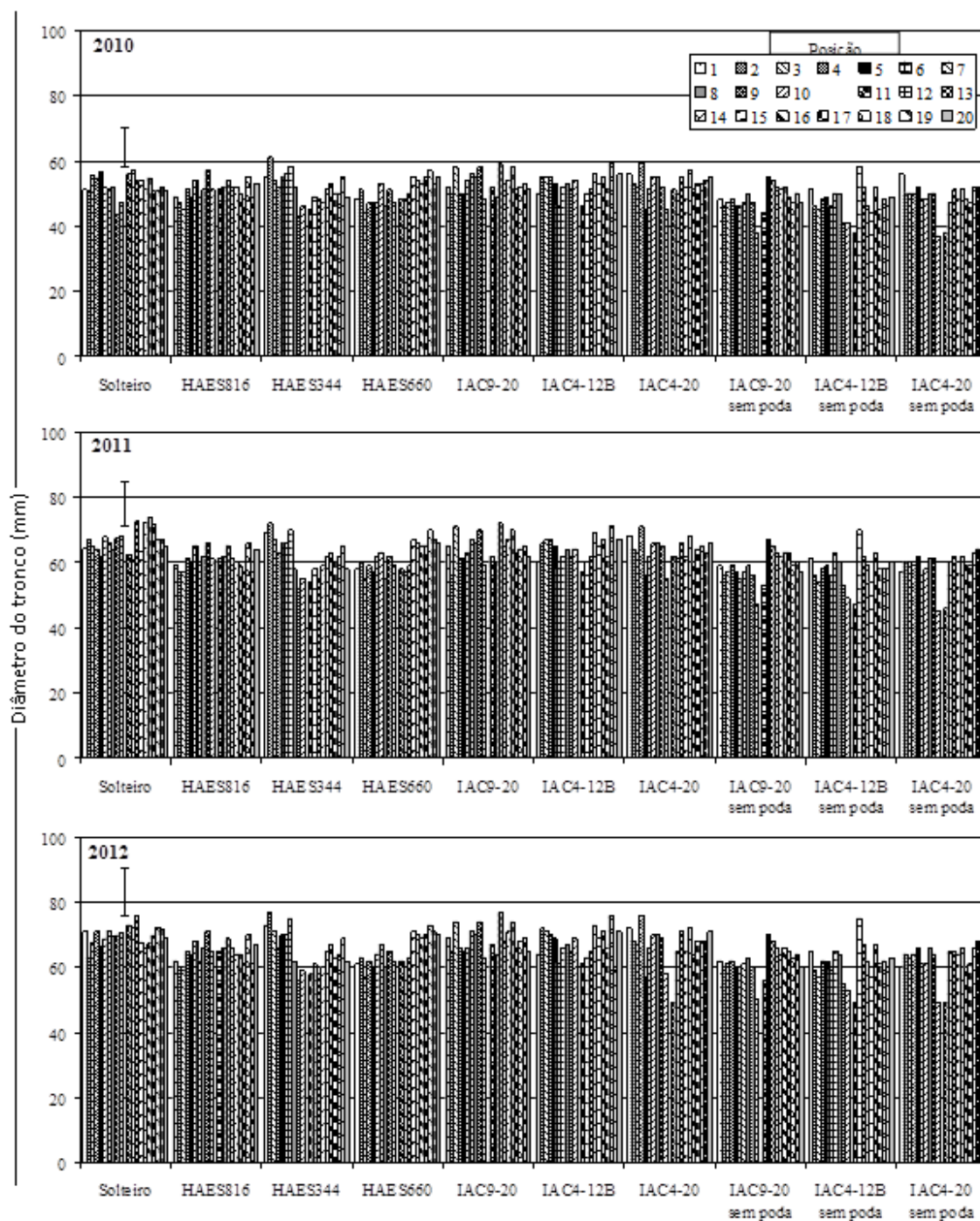


Figura 6. Diâmetro médio do tronco das plantas de café arábica em função da posição da planta na parcela, em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2010 a 2012. Barras verticais superiores são indicativas do DMS (posição dentro de cada tratamento) do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como no crescimento das plantas, a produção de café beneficiado por planta não foi afetada pela presença das diferentes cultivares de nogueira-macadâmia, nas duas primeiras safras, e no ano de 2011 por ocasião da safra de baixa produção, quando os tratamentos se equipararam (Tabela 29), confirmando que até a segunda safra, o sombreamento menos denso não influenciou o crescimento (Tabelas 27 e 28) e também a produtividade dos cafeeiros. Para Camargo e Pereira (1994), a redução da velocidade do vento é um dos efeitos mais benéficos para o cafezal arborizado. Para esses autores, os efeitos do vento em cafeeiros acarretam danos às folhas e gemas, potencializando queda de flores e frutos, ou provocam aumento da demanda hídrica, provocando o fechamento de estômatos e a diminuição da fotossíntese causando, nos dois casos, a diminuição da produção. Pezzopane et al. (2010) verificaram redução média de 72% da velocidade do vento, em cultivo arborizado com macadâmia, em relação ao pleno sol. Considerando-se a alta incidência de bacterioses nos últimos anos na região e outros prejuízos causados pelo vento, é provável que os tratamentos arborizados tenham sido favorecidos, explicando em parte a tendência de melhor desempenho obtido em alguns consórcios nos anos iniciais (Tabelas 27 e 28). Os resultados corroboram Soto-Pinto et al. (2000), que avaliando o efeito da densidade da sombra sobre a produção de café no México, também não observaram diminuição na produção com até 38% de sombreamento.

Em 2010, os efeitos de competição entre as espécies começaram a ficar evidentes, mostrando-se também na próxima safra alta, no ano de 2012 (Tabela 29). Neste ano os cafeeiros com menor produção foram aqueles consorciados com as nogueiras-macadâmia nacionais sem podas, as mesmas que apresentaram maior diâmetro da copa (Tabela 19), seguidos pelos consorciados com as cultivares HAES 344 e 660, que não diferiram das IAC 4-20, 4-12B e HAES 816. Os melhores resultados foram do consórcio com a IAC 9-20 podada, que não diferiu do café solteiro. Nota-se que essa foi a cultivar que mais teve prejuízo na sua produção por ocasião das podas (Tabela 21). Entretanto, se considerado todo o período do estudo, na soma das safras, as produções não diferiram do café solteiro na presença das cultivares de nogueira-macadâmia nacionais podadas ou das havaianas. Coltri (2012), trabalhando com nogueiras-macadâmia de seis metros de altura, similares as desse trabalho, verificou diminuição de 29,4% na incidência da radiação solar nos cafeeiros. Lunz (2006) verificou, nas condições de Piracicaba-SP, que com até 70% de incidência da radiação,

o desenvolvimento e a produtividade eram mantidos, assim como verificado no presente trabalho. Esses resultados são importantes à medida que, sem se observar uma diminuição na produção dos cafeeiros (Tabela 29), o consórcio possibilita o ingresso de novos recursos, como resultado das produções obtidas nas nogueiras-macadâmia, possibilitando a melhora da rentabilidade do sistema de produção.

Tabela 29. Produção média de grãos beneficiados (g planta^{-1}) de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de nogueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Tratamento	Ano					Total
	2008	2009	2010	2011	2012	
Solteiro	349,3a	686,7a	1.217,3ab	250,0a	1.328,9a	3.832,2a
HAES 816	359,2a	601,1a	1.229,3ab	277,0a	1.101,3bc	3.567,8a
HAES 344	313,0a	645,7a	1.214,0ab	270,7a	1.041,9c	3.485,3a
HAES 660	354,1a	641,7a	1.323,8a	262,6a	1.046,8c	3.629,0a
IAC 9-20 com poda	333,5a	668,0a	1.241,1b	261,3a	1.244,8ab	3.748,7a
IAC 4-12B com poda	313,0a	654,4a	1.251,3ab	246,3a	1.113,5bc	3.578,6a
IAC 4-20 com poda	348,9a	610,6a	1.218,0ab	286,0a	1.075,0bc	3.538,5a
IAC 9-20 sem poda	343,8a	641,6a	963,5b	230,1a	630,9d	2.810,0b
IAC 4-12B sem poda	313,0a	654,4a	1.000,3b	234,0a	482,4d	2.684,1b
IAC 4-20 sem poda	338,7a	673,7a	1.154,5ab	241,2a	640,9d	3.049,0b
Probabilidade ($P>F$)	0,330	0,910	0,007	0,538	< 0,001	< 0,001
CV(%)	8,2	11,0	8,4	13,2	6,4	4,0

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora tenham ocorrido diminuições nas produções de cafeeiros situados em algumas posições específicas em relação às nogueiras (Figura 7), também houve aumento de produção em cafeeiros localizados em outras posições. Nitidamente, os cafeeiros com menor crescimento e produção foram aqueles que competiam por espaço com as nogueiras-macadâmia, mas, fora dessa competição nota-se aumento de produção. Para Kumar e Tieszen (1980), altas temperaturas causam redução nas taxas fotossintéticas. Leal et al. (2006) verificaram a redução da temperatura das folhas dos cafeeiros favorecendo a produtividade das plantas situadas no lado sul das linhas de seringueira, em Londrina-PR. Pezzopane et al. (2010), estudando cafeeiros plantados em consórcio com nogueira-

macadâmia de cinco metros de altura, verificaram que a transmissividade da RFA apresentou valores que variaram entre 17 a 88% em relação as lavouras a pleno sol em diferentes locais do consórcio. Lunz (2006) verificou que, abaixo de 70% de incidência da radiação, a produtividade era diminuída, justificando as diferenças encontradas nas produtividades dos cafeeiros em diferentes posições nesse trabalho. A diminuição da produção dos cafeeiros, encontrada no presente trabalho, pode ser considerada como referência na tomada de decisão sobre os momentos de eliminação de plantas de café em consórcios temporários, ou da necessidade de podas nas nogueiras, para os casos de arborização ou de cultivo consorciado permanente, facilitando o planejamento do empreendimento.

As cultivares de nogueira-macadâmia sem poda interferiram sobremaneira na produção de praticamente todas as plantas de café da unidade experimental (Figura 7), porém, de forma mais intensa naquelas mais próximas a elas, onde ocorria concorrência por luz, mas principalmente por espaço, coincidindo com as variáveis de crescimento dos cafeeiros (Figuras 5 e 6). Fica evidente, mais uma vez, a necessidade de podas para a manutenção da produtividade dos cafeeiros, mesmo nas cultivares havaianas, pois, a influência das árvores num consórcio com cafeeiros deve ser regulada pela realização de podas (MUSCHLER, 1997).

Os resultados de produtividade de café beneficiado por área foram similares aos de produção por planta, mas, considerando que no sistema consorciado havia 5% a menos de cafeeiros que no cultivo solteiro, na soma das safras houve diminuição da produtividade do café na maioria dos tratamentos em relação ao cultivo solteiro (Tabela 30). Somente em consórcio com as cultivares HAES 660 e IAC 9-20 não houve diferença de produtividade em comparação ao café solteiro (Tabela 31). Observa-se que a IAC 9-20 foi a cultivar mais prejudicada em sua produção pelo uso das podas (Tabela 24). Isso demonstra que as podas determinam a concorrência, ou não, entre os cafeeiros e as nogueiras-macadâmia, pois a frequência e a intensidade da poda permitem um ajuste fino nas modificações microclimáticas e nas interações no solo (MUSCHLER, 1997). Os resultados corroboram Pezzopane et al. (2010) que, estudando cafeeiros plantados em consórcio com nogueiras-macadâmia ($120 \text{ plantas ha}^{-1}$), com altura de cinco metros, verificaram variações na RFA em pontos variados do consórcio e inferiram que os cafeeiros situados nas linhas contíguas às de

nogueira-macadâmnia poderiam apresentar diminuição da produtividade de grãos. Fatos verificados na quinta safra neste trabalho (Tabela 30 e Figura 7).

As produtividades do café consorciado com as demais cultivares de noqueira-macadâmnia havaianas e nacionais podadas não diferiram das produtividades do café consorciado com as cultivares HAES 660 e IAC 9-20 e, as produtividades do café consorciado com as cultivares nacionais sem poda, que apresentavam maior diâmetro de copa (Tabela 19 e Figura 4), foram as mais prejudicadas (Tabela 30).

Para DaMatta e Rena (2002) o sombreamento pode afetar negativamente a produção por três motivos: menor assimilação de carbono pela planta inteira, maior estímulo à emissão de gemas vegetativas em detrimento das gemas florais e redução do número de nós produzidos por ramo. Apesar de Campanha et al. (2004) não terem verificado diminuição da produção dos cafeeiros arborizados com diversas espécies sombreadoras não podadas no Sudoeste de Minas Gerais, neste trabalho ficou evidente a competição por espaços entre as plantas de café, mas também por luz a partir do quinto ano, indicando ser este o momento em que deve-se praticar podas que elevem as copas das noqueiras acima dos espaços ocupados pelos cafeeiros (no caso de manutenção de consórcio permanente) não sendo suficientes as podas executadas com a finalidade de mecanizar o cultivo para manter o crescimento (Tabelas 27 e 28) e produção (Tabela 29) dos cafeeiros em níveis compatíveis com o cultivo solteiro.

Os resultados obtidos até o ano de 2009 indicam que, sob irrigação, as noqueiras-macadâmnia não oferecem concorrência aos cafeeiros por nutrientes, mas que, menor crescimento ou produção são verificados quando há concorrência por espaço ou luz, promovidos pelas noqueiras-macadâmnia com maior porte e diâmetro de copa (Tabelas 18 e 19). Isso indica que estudos sobre o manejo de podas ainda são necessários para que se possa explorar todo o potencial da consorciação, obtendo a máxima produção de cada uma das plantas do consórcio, pois dependendo da espécie arbórea utilizada há a necessidade de podas ou desbastes para regular o sombreamento (DAMATTA; RENA, 2002).

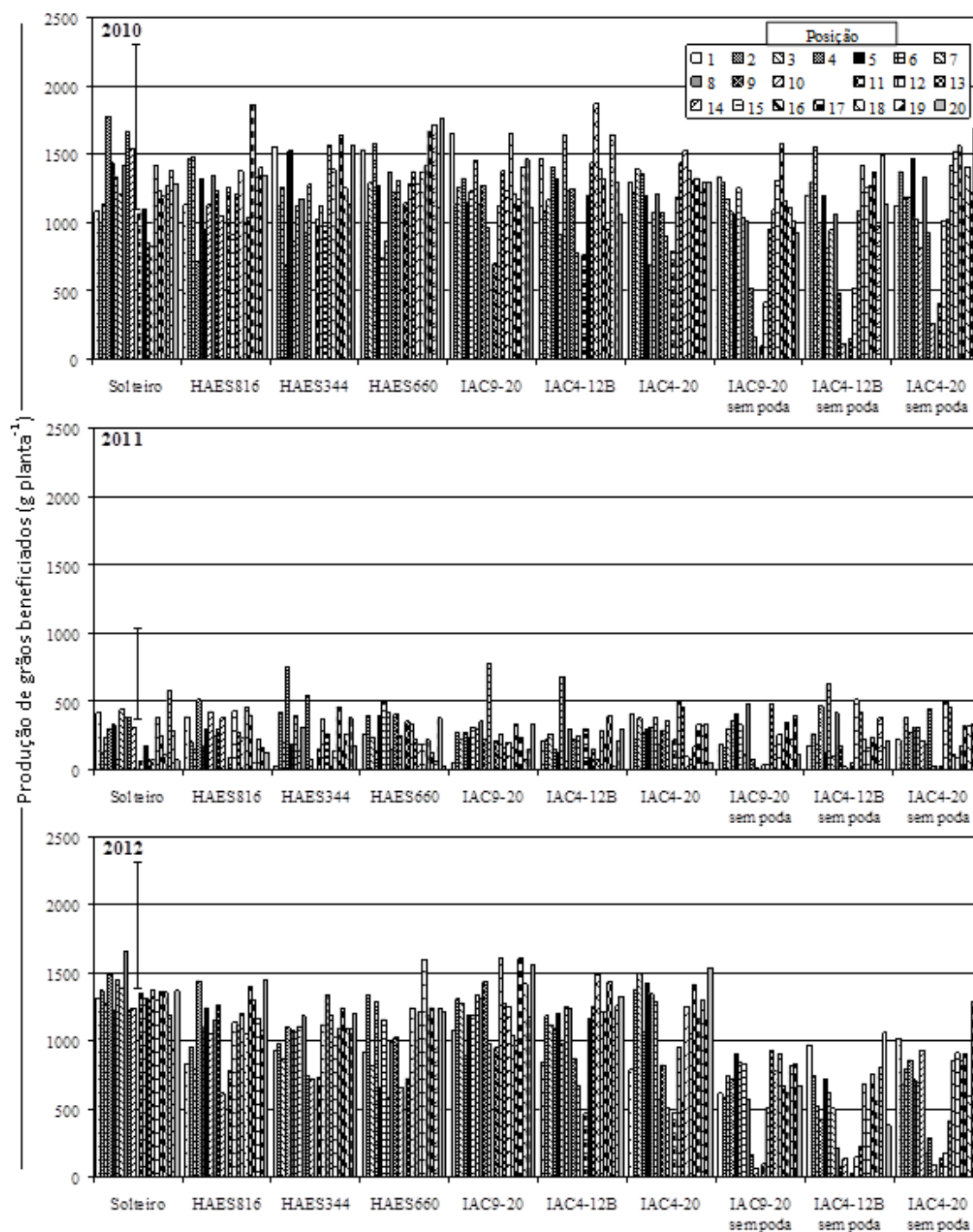


Figura 7. Produção média de grãos beneficiados de café arábica em função da posição da planta na parcela, em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2010 a 2012. Barras verticais superiores são indicativas do DMS (posição dentro de cada tratamento) do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 30. Produtividade média de grãos beneficiados (sc ha⁻¹) de café arábica em cultivo solteiro e consorciado com cultivares de noqueira-macadâmia, sob irrigação por gotejamento, em Dois Córregos-SP, no período de 2008 a 2012.

Tratamento	Ano					Total
	2008	2009	2010	2011	2012	
Solteiro	23,8a	46,7a	82,8ab	17,0a	90,4a	260,7a
HAES 816	23,3a	38,9a	79,6abc	17,9a	71,3bc	231,1b
HAES 344	20,3a	41,8a	78,6abc	17,5a	67,5c	225,7b
HAES 660	22,9a	41,6a	85,7a	17,0a	67,8c	235,0ab
IAC 9-20 com poda	21,6a	43,3a	80,4abc	16,9a	80,6ab	242,8ab
IAC 4-12B com poda	20,3a	42,4a	81,0abc	16,0a	72,1bc	231,8b
IAC 4-20 com poda	22,6a	39,6a	78,9abc	18,5a	69,6bc	229,2b
IAC 9-20 sem poda	22,3a	41,6a	62,4c	14,9a	40,9d	182,0c
IAC 4-12B sem poda	20,3a	42,4a	64,8bc	15,2a	31,2d	173,8c
IAC 4-20 sem poda	21,9a	43,6a	74,8abc	15,6a	41,5d	197,5c
Probabilidade ($P>F$)	0,206	0,733	0,005	0,543	<0,001	<0,001
CV(%)	8,2	11,0	8,4	13,2	6,4	4,0

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.2.3 Desempenho do consórcio

A análise de todas as produções de café e macadâmia obtidas nas cinco safras (Tabela 31), contribui para a escolha das cultivares de noqueira-macadâmia adequadas às diversas finalidades do plantio conjunto. Utilizando-se a cultivar HAES 816 como referência, verifica-se que a produção de nozes em relação a ela foi 30, 42, 29, 34 e 26% menor para as cultivares HAES 344, 660, IAC 4-12B, 9-20, 4-20, respectivamente, e, 29, 11 e 8% maiores para as cultivares IAC 4-12B, 9-20, 4-20 não podadas, respectivamente. Em ordem decrescente os tratamentos que mais produziram amêndoas foram: IAC 4-12B sem poda, IAC 9-20 sem poda, IAC 4-20 sem poda, HAES 816, IAC 4-20, IAC 4-12B, HAES 344, IAC 9-20 e HAES 660. O consórcio com as cultivares HAES 816, 344, 660, IAC 4-12B, 9-20, 4-20 e IAC 4-12B, 9-20, 4-20 sem poda, diminuiu a produtividade dos cafeeiros em 11, 13, 10, 11, 7, 12, 30, 33 e 24% em relação ao cultivo solteiro. Em ordem decrescente os tratamentos que mais produziram café foram: IAC 9-20, HAES 660, IAC 4-12B, HAES 816 IAC 4-20, HAES 344, 4-20 sem poda, IAC 9-20 sem poda e IAC 4-12B sem poda.

Esses dados permitem o direcionamento das decisões na escolha da cultivar de noqueira-macadâmia e do manejo para manter o consórcio permanente, utilizar o consórcio para custear a instalação de um pomar de noqueira-macadâmia, ou mesmo substituir lavouras de cafés em final de ciclo, pois entender as interações entre as culturas é de fundamental importância para a otimização dos benefícios advindos da utilização em sistemas agroflorestais (MELO; GUIMARÃES, 2000).

Até o ano de 2009 não houve interferência no crescimento e produção dos cafeeiros no consórcio com as diversas cultivares de noqueira-macadâmia ou manejos testados (Tabelas 27, 28 e 29), pois, há uma intensidade ótima de radiação solar, abaixo daquela encontrada a pleno sol, para o crescimento e a produtividade do cafeeiro (LUNZ, 2006). Neste momento, a altura média dos cafeeiros era de 1,42m (Tabela 27), e das noqueiras de 3,7 m, com diâmetro médio de copa com 3,6 m (Tabela 18 e 19). A partir daí, os ramos apicais dos cafeeiros se juntavam aos galhos das noqueiras, formando um renque que sombreava quase totalmente as ruas vizinhas de café após as quinze horas, com variações para os tratamentos e para as épocas do ano. Esse efeito pôde ser observado na menor produção das ruas vizinhas da linha consorciada (Figura 7). Assim, a partir da quarta safra, podas para retirada dos ramos posicionados nas fileiras dos cafeeiros também podem ser feitas, com o objetivo de aumentar a transmissividade da RFA e mantê-la em níveis que permitam a manutenção das produtividades dos cafeeiros.

Os resultados obtidos permitem, ainda, concluir que as diversas cultivares de noqueira-macadâmia testadas não oferecem concorrência ao desenvolvimento e produção dos cafeeiros, desde que não haja competição por espaço e que, portanto, essas plantas exercem uma complementaridade no uso dos recursos e beneficiam-se das condições favoráveis, fornecidas mutuamente. Os resultados divergem de Steiman et al. (2011), que concluíram que a noqueira-macadâmia não parece ser uma árvore de sombra apropriada para o café. Os resultados deste trabalho confirmam que a noqueira-macadâmia é uma espécie recomendada para a arborização de cafezais, pois, a maneira mais simples de minimizar a competição em sistemas arborizados de cafezais é escolher árvores que exerçam menor grau de competição com a cultura associada (SANCHEZ, 1995).

Tabela 31. Produtividade média das cinco primeiras safras de café solteiro e de café e cultivares de noqueira-macadâmia (seis variedades + três tratamentos com podas) consorciados, em sistema irrigado por gotejamento, em Dois Córregos-SP, de 2008 a 2013.

Produção	1ª Safra	2ª Safra	3ª Safra	4ª Safra	5ª Safra	Média
			<u>Café solteiro</u>			
Café (sc ha ⁻¹)	23,8	46,7	82,8	17,0	90,4	52,1
			<u>Café x HAES 816</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	11,7	155,6	1.020,4	722,8	747,8	531,7
Café (sc ha ⁻¹)	23,3	38,9	79,6	17,9	71,3	46,2
			<u>Café x HAES 344</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	35,2	147,7	601,9	459,3	608,9	370,6
Café (sc ha ⁻¹)	20,3	41,8	78,6	17,5	67,5	45,1
			<u>Café x HAES 660</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	23,4	144,4	425,7	362,8	598,5	311,0
Café (sc ha ⁻¹)	22,9	41,6	85,7	17,0	67,8	47,0
			<u>Café x IAC 4-12B</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	52,2	180,0	667,7	437,4	562,5	380,0
Café (sc ha ⁻¹)	20,3	42,4	81,0	16,0	72,1	46,4
			<u>Café x IAC 9-20</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	43,2	158,2	532,4	374,7	653,5	352,4
Café (sc ha ⁻¹)	21,6	43,3	80,4	16,9	80,6	48,6
			<u>Café x IAC 4-20</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	25,2	192,5	626,1	560,0	566,5	394,1
Café (sc ha ⁻¹)	22,6	39,6	78,9	18,5	69,6	45,8
			<u>Café x IAC 4-12B sem poda</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	53,7	279,8	1.016,7	1.139,9	930,3	684,1
Café (sc ha ⁻¹)	20,3	42,4	64,8	15,2	31,2	34,8
			<u>Café x IAC 9-20 sem poda</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	36,4	246,0	1.031,9	750,5	879,4	588,8
Café (sc ha ⁻¹)	22,3	41,6	62,4	14,9	40,9	36,4
			<u>Café x IAC 4-20 sem poda</u>			
Amêndoas (kg ha ⁻¹)	29,8	294,6	892,8	900,6	751,9	573,9
Café (sc ha ⁻¹)	21,9	43,6	74,8	15,6	41,5	39,5

Dentro dos sistemas que permitiam a mecanização, destacou-se a cultivar HAES 816 na consorciação com os cafeeiros. Esta cultivar não demandou podas, teve pouca influência na produção dos cafeeiros (Tabela 29) e apresentou a maior produtividade (Tabelas 23 e 26). Nos sistemas não mecanizados, ou seja, no consórcio com as cultivares nacionais que não receberam podas, a cultivar IAC 4-12B foi a mais produtiva (Tabelas 23 e 26), sendo interessante o seu uso no caso de consórcio temporário para implantação de pomares de macadâmia. As cultivares de noqueira-macadâmia HAES 660 e IAC 9-20 foram as que exerceram menor influência na produção dos cafeeiros (Tabela 29) e, embora não apresentassem as melhores produções de amêndoas (Tabela 26), podem, pelo seu porte, ser indicadas nas funções de quebra-ventos (Tabela 18).

6.2.4 Resultados econômicos

Os custos de implantação dos sistemas consorciados de café e noqueira-macadâmia foram, aproximadamente, 10% superiores aos custos de implantação do café solteiro (Tabela 32). Os custos de manutenção das lavouras foram inferiores no café solteiro. Isso, aliado ao fato de que o ingresso de recursos provenientes da venda da primeira colheita de café aconteceu no ano de 2008, enquanto que das nozes, no ano de 2009, fizeram com que o café solteiro apresentasse resultados positivos no ano de 2010 e os sistemas consorciados no ano de 2011.

Em regime irrigado, o cultivo consorciado de café com diversas cultivares de noqueira-macadâmia, com e sem podas, apresentou melhores resultados econômicos que o cultivo de café solteiro, ratificando os resultados do experimento I, sendo em média 57% superior (Tabela 32). Esses resultados confirmam as inferências feitas por diversos autores com relação às melhores possibilidades de ganhos quando os cafeeiros são consorciados com plantas que ofereçam renda (MELO; GUIMARÃES, 2000; NICOLELI; MOLLER, 2006; PEZZOPANE et al., 2010).

Tabela 32. Custo de produção (CP), receita bruta (RB) e resultados econômicos acumulados (RA), em R\$ ha⁻¹ da implantação até a quinta safra do cultivo do café solteiro e do café e cultivares de noqueira-macadâmia consorciados, em sistema irrigado por gotejamento, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Índices	Ano							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<u>Café solteiro</u>								
CP	18.092,68	3.584,63	7.184,81	11.169,54	17.521,36	7.147,05	18.358,32	
RB			9.154,09	17.997,40	31.904,48	6.553,50	35.004,08	
RA	-18.092,68	-21.677,30	-19.708,02	-12.880,16	1.502,97	909,42	17.555,19	17.555,19
<u>Café x HAES 816</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.485,41	11.395,34	18.355,74	11.031,61	20.636,35	2.622,05
RB			8.976,79	15.173,59	33.155,30	23.222,57	39.034,95	11.964,99
RA	-20.368,94	-24.110,31	-22.618,94	-18.840,69	-4.041,13	8.149,83	26.548,43	35.891,38
<u>Café x HAES 344</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.399,83	11.558,67	18.300,57	9.586,07	19.624,70	301,85
RB			7.820,98	16.667,15	32.645,64	16.373,15	33.354,09	9.741,78
RA	-20.368,94	-24.110,31	-23.689,16	-18.580,68	-4.235,61	2.551,48	16.280,87	25.720,80
<u>Café x HAES 660</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.474,00	11.512,33	18.491,79	8.967,64	19.302,86	299,48
RB			8.822,68	16.400,40	35.328,19	13.359,96	31.927,23	9.576,40
RA	-20.368,94	-24.110,31	-22.761,63	-17.873,56	-1.037,16	3.355,16	15.979,52	25.256,45
<u>Café x IAC 4-12B com poda</u>								
CP	20.368,94	3.615,38	7.147,84	11.333,30	18.633,37	9.922,18	19.835,09	444,97
RB			7.820,98	17.171,97	34.086,51	16.846,35	34.778,04	8.999,41
RA	-20.368,94	-23.984,32	-23.311,18	-17.472,50	-2.019,37	4.904,79	19.847,74	28.402,18
<u>Café x IAC 9-20 com poda</u>								
CP	20.368,94	3.615,38	7.184,92	11.327,67	18.541,65	9.484,25	19.862,42	465,86
RB			8.321,83	17.372,56	33.507,05	15.028,70	37.048,38	10.455,54
RA	-20.368,94	-23.984,32	-22.847,41	-16.802,52	-1.837,12	3.707,33	20.893,28	30.882,97
<u>Café x IAC 4-20 com poda</u>								
CP	20.368,94	3.615,38	7.213,45	11.160,54	18.616,76	9.850,96	20.184,08	445,89
RB			8.707,10	15.659,61	33.479,58	17.144,03	35.777,12	9.063,36
RA	-20.368,94	-23.984,32	-22.490,67	-17.991,60	-3.128,79	4.164,29	19.757,33	28.374,81
<u>Café x IAC 4-12B sem poda</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.399,83	11.639,22	18.359,83	10.941,93	20.921,84	375,63
RB			7.820,98	17.194,47	29.443,55	22.123,26	30.259,17	14.885,17
RA	-20.368,94	-24.110,31	-23.689,16	-18.133,92	-7.050,20	4.131,13	13.468,45	27.977,99
<u>Café x IAC 9-20 sem poda</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.456,88	11.557,01	18.175,46	10.985,33	19.863,68	363,95
RB			8.591,52	16.608,96	27.977,80	22.250,24	27.764,33	14.070,85
RA	-20.368,94	-24.110,31	-22.975,68	-17.923,72	-8.121,38	3.143,53	11.044,18	24.751,08
<u>Café x IAC 4-20 sem poda</u>								
CP	20.368,94	3.741,38	7.445,47	11.591,37	18.695,74	10.528,36	20.395,03	334,69
RB			8.437,41	17.273,57	33.532,59	20.293,34	30.396,22	12.030,93
RA	-20.368,94	-24.110,31	-23.118,38	-17.436,18	-2.599,33	7.165,65	17.166,84	28.863,08

Nos tratamentos que incluíram as cultivares nacionais sem poda, a maior produção das noqueiras-macadâmia (Tabela 31) ampliou as receitas, compensando a perda na produção e receita do café, e esses tratamentos proporcionaram resultados econômicos semelhantes aos tratamentos em que as plantas foram podadas (Tabela 32). Os tratamentos de noqueira-macadâmia sem podas demonstram a possibilidade do uso do café como cultura intercalar na instalação de um pomar de noqueira-macadâmia, corroborando Sobierajski et al. (2006) e Pimentel et al. (2007), e, considerando os preços de venda dos produtos utilizados nesse trabalho, sugerem a eliminação total das plantas de café a partir da quinta safra.

Após a quinta colheita de cada uma das culturas, os resultados econômicos foram: 104, 76, 64, 61, 61, 59, 47, 44 e 41% superiores ao cultivo solteiro irrigado, para o consórcio com as cultivares HAES 816, IAC 9-20, HAES 4-20 sem poda, IAC 4-12B, IAC 4-20, IAC 4-12B sem poda, HAES 344, HAES 660 sem poda e IAC 9-20 sem poda, respectivamente (Tabela 32). Desta forma, pode-se afirmar que a arborização de cafezais com o uso da noqueira-macadâmia é recomendada, pois devido ao baixo nível de saturação de luz ($600 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$), o cafeeiro é adequado para plantios sombreados, o que permite ambiente mais favorável pela redução da intensidade de luz incidente e temperatura das folhas (KUMAR; TIESZEN, 1980) e oferece resultados de produtividade e de ganhos econômicos superiores aos do cultivo de café solteiro. O melhor resultado econômico foi obtido no consórcio do cafeeiro com a cultivar de noqueira-macadâmia HAES 816. Esse resultado foi reflexo da boa produção (Tabela 26), arquitetura de copa que não demandou podas até o oitavo ano (Tabela 19), pouca influência sobre o crescimento (Tabelas 27 e 28) e produtividade dos cafeeiros (Tabela 30). A cultivar HAES 816 destacou-se, ainda, pela qualidade superior de suas nozes (Tabela 25), proporcionando resultados econômicos 40% superiores às outras cultivares havaianas, 25% superiores às cultivares nacionais e 104% superiores ao cultivo solteiro de café irrigado na região do estudo. Além dos bons resultados já obtidos em relação ao cultivo solteiro, existem outras possibilidades de ganhos para o sistema que não foram exploradas nesse estudo. Para Coltri (2012), os sistemas arborizados podem representar uma oportunidade para o setor cafeeiro comercializar créditos de carbono florestal, principalmente pela adição das árvores ao sistema, pois, cafezais arborizados com noqueira-

macadâmnia sequestra em média, duas toneladas a mais de carbono que os cafezais a pleno sol, o que torna o sistema mais interessante econômica e ambientalmente.

Perdoná et al. (2012a) sugeriam que o cultivo consorciado pode ser feito com as intenções de implantar consórcio permanente, implantar consórcio temporário, com vistas à viabilização econômica da implantação de pomar de nogueira-macadâmnia, ou ainda, para maximizar a produtividade do café, pela atenuação de condições climáticas adversas. Os resultados deste trabalho demonstram que, para todas as alternativas avaliadas, o uso do consórcio entre cafeeiro e nogueira-macadâmnia é viável e que outros estudos ainda são necessários para que se obtenham os máximos resultados da consorciação para as duas últimas alternativas citadas. Talvez, a saída seja compreender o meio e promover a cooperação dos seres que ali se desenvolvem.

Considerando as baixas produtividades médias do café arábica vigentes e a necessidade de alternativas que aumentem a rentabilidade da cafeicultura no Estado, o presente trabalho contribui fornecendo informações sobre sistemas de cultivos arborizados e/ou irrigados, que comprovaram sua maior eficiência, promovendo melhores condições gerais para o desenvolvimento e frutificação do cafeeiro, colaborando para o aumento das produtividades, da rentabilidade e da sustentabilidade da cafeicultura. Com estudos desenvolvidos a campo, esse trabalho apresenta resultados de produtividade e econômicos, que possibilitarão aos produtores do Estado de São Paulo, que pretendam adotar o uso deste sistema em suas propriedades, executarem seus planejamentos com menores riscos. Para todo esse Estado, mas, principalmente, se consideradas as regiões com menor aptidão ao cultivo de café, essas alternativas oferecem possibilidades para a permanência e ampliação da cafeicultura paulista nas próximas décadas.

7 CONCLUSÕES

As plantas de noqueira-macadâmia têm maior crescimento e antecipação da produção quando conduzidas em sistema consorciado com cafeeiros arábica e sob irrigação. A produtividade e a qualidade das nozes-macadâmia são favorecidas pela consorciação e pelo uso da irrigação e a produtividade de amêndoas no sistema de consórcio irrigado é 27%, 133% e 251% superior aos sistemas de cultivo solteiro irrigado, consorciado sequeiro e solteiro sequeiro, respectivamente.

O crescimento dos cafeeiros é aumentado pelo uso da irrigação e, as plantas de café, quando cultivadas em consórcio com cultivares de noqueira-macadâmia nacionais sem poda, apresentam estiolamento, redução do diâmetro do tronco e da produtividade. A produtividade do café é, em média, 60% superior sob irrigação, mas não é afetada pelo consórcio nesta condição. Em condições de sequeiro, a consorciação proporcionou aumento da produtividade de 10%, quando comparada com o cultivo solteiro.

Tanto a irrigação quanto a consorciação reduzem o período de retorno do investimento das culturas do café arábica e da noqueira-macadâmia. A rentabilidade do consórcio irrigado é 71% superior a do café irrigado.

As cultivares de noqueira-macadâmia de origem havaiana estudadas têm maior crescimento vertical e menor crescimento horizontal que as cultivares nacionais e podem ser conduzidas em sistema consorciado com cafeeiros, necessitando de poucas podas. As cultivares nacionais são mais produtivas, mas, devido sua arquitetura, para se manterem em

sistemas mecanizados exigem mais podas, tendo suas produtividades próximas às das cultivares havaianas.

Em sistemas consorciados aptos à mecanização, a cultivar HAES 816 é a mais apropriada, por necessitar de menos podas. Para sistemas não mecanizados e/ou para consórcio temporários com café arábica, onde não há necessidade de podas, a cultivar IAC 4-12B é mais viável por ser a mais produtiva.

O cultivo de café consorciado com as diversas cultivares de noqueira-macadâmia, com ou sem o uso de podas, apresenta resultados econômicos superiores ao cultivo de café solteiro. O consórcio de café com a cultivar de noqueira-macadâmia HAES 816 irrigado tem o melhor resultado econômico, sendo 104% superior ao cultivo de café solteiro irrigado.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Café**. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 514p.

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Café**. São Paulo: Instituto FNP, p.202-205, 2011.

ALEGRE, C. Climates et caféiers d'Arabie. **Agronomie Tropicale**. v.14, n.1, p.23-58, 1959.

ALVARENGA, M.I.N. Variabilidade na eficiência técnica e econômica da arborização com macadâmia sobre lavouras cafeeiras In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA Café, 2002. p.1074-1078.

ALVES, M.E.B. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação**. 1999. 93 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ALVES, M.E.B.; FARIA, M.A.; GUIMARÃES, R.J.; MUNIZ, J.A.; SILVA, E.L. Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.219-225, 2000.

AMS - AUSTRALIAN MACADAMIA SOCIETY. **Macadâmia Statistics**. Disponível em: <<http://macadamias.org/pages/industry-statistics>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

AQUINO, A.M.; MELOVIRGÍNIO FILHO, E.; RICCI, M.S.F.; CASANOVES, F. populações de minhocas em sistemas agroflorestais com café convencional e orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n 4, p.1184-1188, 2008.

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

ARCHANJO, K.M.P.A.; JESUS JR.; W.C.; PEZZOPANE, J.E.M. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros em sistemas agroflorestais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.702-705, 2007.

ARÊDES, A.F.; PEREIRA, M.W.G.; SANTOS, M.L. A irrigação do cafezal como alternativa econômica ao produtor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.193-200, 2010.

ARRUDA, F.B.; GRANDE, M.A. Fator de resposta da produção de cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas. **Bragantia**, v.62, n.1, p.139-145, 2003.

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JR., J.; AVILA, A.M.H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1057-1064, 2004.

BABBAR, L.I.; ZAK, D.R. Nitrogen loss from coffee agroecosystems in Costa Rica. Leaching and denitrification in the presence and absence of shade trees. **Journal of Environmental Quality**, v.24, n.2, p.227-233, 1995.

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

BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, v.38, n.1-3, p.139-164, 1998.

BERGAMIN, J. As chuvas e a broca do café. **Boletim da Superintendência dos Serviços do café**, v.41, n.232, p.282-283, 1946.

BONFIM JR, M.F.; MACHADO, A.C.Z.; ARAUJO FILHO, J.V. *Pratylenchus brachyurus* (*Nematoda: Pratylenchidae*) on macadamia in Brazil. **Australasian Plant Pathology Society**, v.7, n.1, p.5-6, 2012.

BONFIM, J.A.; MATSUMOTO, S.N.; LIMA, J.M.; CÉSAR, F.R.C.F.; SANTOS, M.A.F. Fungos micorrízicos arbusculares em cafeeiros. **Bragantia**, v.69, n.1, p.201-206, 2010.

BOYCE, J.K.; FERNÁNDEZ-GONZALEZ, A.; FÜRST, E.; SEGURA-BONILLA, O. **Café y Desarrollo Sostenible: del cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica**. San José: Heredia, 1994. 248 p.

BRENES, G.C. **El cultivo de la macadamia**. San Jose: Editorial Cafesa, 1983. 75p.

BUENO, S.C.S. **Macadâmia a noz da longevidade**. São Paulo: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), 21 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2009.

CAMARGO, A.P. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.7, p.831-839, 1985b.

CAMARGO, A.P. O clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, v.11, n.126, p.13-26, 1985a.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v.60, n.1, p.65-68, 2001.

CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, n. 615, 1994, 43p.

CAMARGO, M.B.P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, v.69, n.1, p.239-247, 2010.

CAMARGO, M.B.P.; SALATI, E. Determinación de la temperatura letal para hojas de café en noches de heladas. **Café**, v.8, n.3, p.12-15, 1967.

CAMPANHA, M.M.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B.; MARTINEZ, H.E.P.; GARCIA, S.L.R.; FINGER, F.L. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.63, n.1, p.75-82, 2004.

CANNELL, M.G.R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Journal of Coffee Research**, v.5, n.1-2, p.7-20, 1975.

CARVALHO, C.H.M.; COLOMBO, A.; SCALCO, M.S.; MORAIS, A.R. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30,n.2, p.243-250, 2006.

CATI - COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Levantamento das unidades de produção agropecuária**, estatísticas agrícolas, Estado de São Paulo, 2007/2008, Projeto LUPA. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

CECAFÉ - CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **Dados estatísticos**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/>>. Acesso em: 02 mai. 2013.

CEPAGRI - Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura. **Clima dos municípios paulistas**. Unicamp. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informações/clim_muni_279.html>. Acesso em: 10 abr. 2012.

CHAMORRO, G.; GALLO, A.; LOPEZ, R. Evaluación económica del sistema agroforestal café asociado con nogal. **Cenicafé**, v.45, n.4, p.164-170, 1994.

COLTRI, P.P. **Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa e Adaptação do Café Arábica a Condições Climáticas Adversas**. 2012. 148p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Central de informações agropecuárias**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2013.

COSTA, A.R.; REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L.; FRIZZONE, J.A.; HELBEL JUNIOR., C. Número de ramos plagiotrópicos e produtividade de duas cultivares de cafeeiro utilizando irrigação por gotejamento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n.4, p. 571-581, 2010.

COXUPÉ. **Preço histórico do café**. Disponível em: <<http://portaldb.cooxupe.com.br:8080/portal/precohistoricocafe.jsp>>. Acesso em: 05 fev. 2013.

CUENCA, G.; ARANGUREN, J.; HERRERA, R. Root growth and litter decomposition in a coffee plantation under shade trees. **Plant and Soil**, v.71, n.1-3, p.477-486, 1983.

DALASTRA, I.M.; PIO, R.; ENTELMANN, F.A.; WERLE, T.; ULIANA, M.B. e SCARPARE FILHO, J.A. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.3, p.641-645, 2010.

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

DAMATTA, F.M.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S.; REGAZZI, A.J. Water relations of coffee leaves (*Coffea arabica* and *C. canephora*) in response to drought. **The Journal of Horticultural Science**, v.68, n.5, p.714-746, 1996.

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

DAMATTA, F.M.; RENA, A.B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. **O estado da arte de tecnologias na produção do café**. Viçosa: UFV, 2002. p.93-135.

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

DIERBERGER, J.E.; MARINO NETTO, L.M. **Noz macadâmia: uma nova opção para a fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 1985. 120p.

- DIXON, R.K. Agroforestry systems: sources or sinks of greenhouse gases. **Agroforestry Systems**, v.31, n.2, p.99-116, 1995.
- ESKES, A.B. The effect of light intensity on incomplete resistance of coffee to *Hemileia vastatrix*. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v.88, n.5, p.191-202, 1982.
- ESPERANCINI, M.S.; PAES A.R. Análise de investimentos da produção de café nos sistemas irrigado e convencional na região de Botucatu, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.35, n.1, p.52-60, 2005.
- FARIA, R.T.; SIQUEIRA, R. Produtividade do cafeeiro e cultivos intercalares sob diferentes regimes hídricos. **Bragantia**, v.64, n.4, p.583-590, 2005.
- FASSBENDER, H.W. Nutrient cycling in agroforestry systems of coffee (*Coffea arabica*) with shade trees in the Central Experiment of CATIE. In: BEER, J.; FASSBENDER, H.; HEUVELDOP, J. (Eds.). **Advances in Agroforestry Research**. Turrialba: CATIE, cap. 2, p. 155-165, 1987.
- FAZUOLI, L.C.; THOMAZIELLO, R.A.; CAMARGO, M.B.P. Aquecimento global, mudanças climáticas e a cafeicultura paulista. **O Agrônomo**, v.59, p.19-20, 2007.
- FERNANDES, D.R. Manejo do Cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do Cafeeiro**. Piracicaba: Potafós, 1986. cap. 36, p. 275- 301.
- FLETCHER, A.; RENNENBERG, H.; SCHMIDT S. Nitrogen partitioning in orchard-grown *Macadamia integrifolia*. **Tree Physiology**, v.11, n.1, p.1-13, 2009.
- FRANCO, C.M. **Apontamentos de fisiologia do cafeeiro**. mimeo. 1970. 56 p.
- GARBELINI, R.C.B.S. **Reguladores vegetais na emergência e desenvolvimento de plantas de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche)**. 2009. 94p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- GOMES, N.M.; LIMA L.A.; CUSTÓDIO A.A.P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p.564-570, 2007.
- HAMILTON, R.A.; FUKUNAGA, E.T. **Growing macadamia nuts in Hawaii**. Hawaii: Agricultural Experiment Station of University of Hawaii, 1959. 51p. (Bulletin, 121)
- HERNANDEZ, F.B.T.; SUZUKI, M.A.; BUZETTI, S.; CORREA, L.S. Resposta da figueira (*Ficus carica* L.) ao uso da irrigação e nitrogênio na região de Ilha Solteira. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 1, p.99-104, 1994.
- HERRERA, R.; ACCARDI, A.; ARANGUREN, J.; NAVIDAD, E.; ESCALANTE, G.; TORO, M.; CUENCA, G. Coffee and cacao plantations under shade trees in Venezuela. In:

BEER, J.; FASSBENDER, H.W.; HEUVELDOP, J. (Eds). **Advances in Agroforestry Research**. Turrialba: CATIE, 1987. cap. 8, p. 173-181.

HUETT, D.O. Macadamia physiology review: a canopy light response study and literature review. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, n.6, p.609-624, 2004.

ICO - INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION, London. **Exports by exporting countries to all destinations**. Disponível em: <http://www.ico.org/prices/ml.htm>. Acesso em: 01 fev. 2013.

JARAMILLO, A.; VALENCIA, G. Los elementos climáticos y el desarrollo de *Coffea arabica* L. en Chinchina. **Cenicafe**, v. 31, n. 4, p. 127-143, 1980.

JARAMILLO, A.; CHÁVEZ, C.B. Aspectos hidrológicos en un bosque y en plantaciones de café (*Coffea arabica*) al sol y bajo sombra. **Cenicafé**, v.50, n.2, p.97-105, 1999.

JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S. Características do café (*Coffea arabica* L.) no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, v.1, n.2, p.94-102, 2006.

JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R.H.S.; MARTINEZ, H.E.P.; CECON, P.R.; FARDIN, M.P. Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.639-645, 2010.

KAPLINSKY, R.; FITTER, R. Technology and globalization: who gains when commodities are de commodified? **Journal of Technology and Globalization**, v.1, n.1, p.5-28, 2001.

KOBAYASHI, E.S; SAKAI, E.; SILVA, E.A.; ARRUDA,F.B.; SILVEIRA, J.M.C.; SOUZA, P.S. e PIRES, R.C.M. Variação sazonal do potencial da água nas folhas de cafeeiro em Mococa SP. **Bragantia**, v.67, n.2, p.421-428, 2008.

KUMAR, D.; TIESZEN, L.L. Photosynthesis in *Coffea arabica*. I. Effects of light and temperature. **Experimental Agriculture**, v.16, n.1, p.13-19, 1980.

KURSTEN, E.; BURSCHEL, P. CO₂ mitigation by agroforestry. **Water, Air and Soil Pollution**, v.70, n.1-4, p.533-544, 1993.

LAGEMANN, J.; HEUVELDOP, J. Characterization and evaluation of agroforestry systems, the case of Acosta-Puriscal, Costa Rica. **Agroforestry Systems**, v.1, n.2, p.101-115, 1983.

LEAL, A.C.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIOL FILHO, A.; PEREIRA, J. DA P.Consórcio agroflorestal café x seringueira em Londrina (PR): **efeito na produtividade e na temperatura de folhas de café**. 2006. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/cafe%20e%20seringueira.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2013.

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

LIMA, L.A.; CUSTÓDIO, A.A.P.; GOMES, N.M. Produtividade e rendimento do cafeeiro nas cinco primeiras safras irrigado por pivô central em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1832-1842, 2008.

LIN, B.B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.144, n.1-4, p.85-94, 2007.

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

MAESTRI, M.; BARROS, R.S.; RENA, A.B. Coffee. In: LAST, F.T. (Ed.), **Tree crop ecosystem**. Amsterdam: Elsevier, p.339-360, 2001.

MARIN, A.M.P.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; COSTA, L.M. Impactos da implantação de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. **Agropecuária Técnica**, v.25, p.25-36, 2004.

MARO, L.A.C.; PIO, R.; PENONI, E.S.; OLIVEIRA, M.C.; PRATES, F.C.; LIMA, L.C.O.; CARDOSO, M.G. Caracterização química e perfil de ácidos graxos em cultivares de noqueira-macadâmia. **Ciência Rural**, v. 42, n.12, p.2166-2171, 2012.

MARROCOS, P.C.L.; MARTINEZ, H.E.P.; VENEGAS A.V.H.; BRUCKNER, C.H.; CANTARUTTI, R.B. Interação P x Fe em mudas de macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.323-325, 2003.

MARTIN, N.B. Análise do potencial de competição da produção da noz macadâmia em São Paulo e no Havaí. **Informações Econômicas**, v.22, n.1, p.9-53, 1992.

MARTIUS, C.; HÖFER, H.; GARCIA, M.; RÖMBKE, J.; FÖRSTER, B.; HANAGARTH, W. Microclimate in agroforestry systems in central Amazonia: does canopy closure matter to soil organisms? **Agroforestry Systems**, v.60, n.3, p.291-304, 2004.

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

MATIELLO, J.B.; DANTAS, F.S. Desenvolvimento do cafeeiro e seu sistema radicular, com e sem irrigação, em Brejão (PE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, Campinas, **Anais...**, p.165-166, 1987.

- MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002.
- MCFADYEN, L.M.; ROBERTSON, D.; SEDGLEY, M.; KRISTIANSEN, P.; OLESEN, T. Effects of the ethylene inhibitor aminoethoxy vinyl glycine (AVG) on fruit. **Scientia Horticulturae**, v.137, n.2, p.125-130, 2012.
- MCFADYEN, L.M.; ROBERTSON, D.; SEDGLEY, M.; KRISTIANSEN, P.; OLESEN, T. Post-pruning shoot growth increases fruit abscission and reduces stem carbohydrates and yield in macadamia. **Annals of Botany**, v.107, n.6, p.993-1001, 2011.
- MELLO, J.T.; GUIMARÃES, D.P. A cultura do café em sistemas consorciados na região do cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000. Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** p.963-967, 2000.
- MORAIS, H.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, J.C.; SEI KOGUISHI, M. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.763-770, 2006.
- MOREIRA, C.F; FERNANDES, E.A.D; TAGLIAFERRO, F.S. Discriminação de café orgânico produzido sob sombra e a pleno sol pela composição química elementar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003, Recife. **Artigos...** São Paulo, SP: O2 Estúdio Web / Metrologia e Instrumentação, v. 3, p.1-5, 2003.
- MUSCHLER, R.G. Efectos de diferentes niveles de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor. In: II SEMANA CIENTÍFICA DEL CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, 2, 1995, Turrialba. **Artigos...** Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1995. v.2, p.158-160.
- MUSCHLER, R.G. Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. In: III SEMANA CIENTÍFICA DEL CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, 3, 1997, Turrialba. **Artigos...** Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1997. v.3, p.109-112.
- NATARAJ, T.; SUBRAMANIAN, S. Effect of shade and exposure on the incidence of rowneye-spot of coffee. **Indian Coffee**, v.39, n.2, p.179-180, 1975.
- NICOLELI, M.; MOLLER, H.D. Análise da competitividade dos custos do café orgânico sombreado irrigado. **Custos e Agronegócio**, v.2, n.1, p.29-44, 2006.
- NUNES, M.A.; DIAS, M.A.; RAMALHO, J.D.C.; DIAS, M.A. Effect of nitrogen supply on the photosynthetic performance of leaves from coffee plants exposed to bright light. **Journal of Experimental Botany**, v.44, n.5, p.893-899, 1993.
- OFICAFE. **Manual de Recomendaciones para Cultivar Café**. San José: Oficina de café - Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1978. 245 p.

OLIVEIRA, E.L.; FARIA, M.A.; REIS, R.P.; SILVA, M.L.O. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaíá. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p.887-896, 2010.

PAULINO, H.B.; TARSITANO, M.A.A.; HERNANDEZ, F.B.T.; BUZETTI, S. Viabilidade econômica da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) na região de Ilha Solteira - SP. **Scientia Agrícola**, v.51, n.3, p.519-523, 1994.

PEACE, C.P.; ALLAN, P.; VITHANAGEB, V.; TURNBULL, C.N.; CAROLL, B.J. Genetic relationships amongst macadamia varieties grown in South Africa as assessed by RAF markers. **South African Journal of Plant and Soil**, v.22, n.2, p.71-75, 2005.

PENONI, E.S.; PIO, R.; RODRIGUES, F.A.; MARO, L.A.C.; COSTA, F.C. Análise de frutos e nozes de cultivares de noqueira-macadâmia. **Ciência Rural**, v.41, n.12, p.2080-2083, 2011.

PERDONÁ, M.J.; MARTINS, A.M.; SUGUINO, E.; SORATTO, R.P. Crescimento e produtividade de noqueira-macadâmia em consórcio com cafeeiro arábica irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.11, p.1613-1620, 2012a.

PERDONÁ, M.J.; SORATTO, R.P.; MARTINS, A.M.; SUGUINO, E.; MANCUSO, M.A.C. Irrigação e certificação na cafeicultura do centro-oeste de São Paulo. **Bragantia**, v.71, n.3, p.377-384, 2012b.

PERDONÁ, M.J.; SUGUINO, E. Macadâmia: A rainha das nozes. **Revista Paineis**, v.11, p.18, 2008.

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

PEZZOPANE, J.R.M. SOUZA, P.S.; ROLIM, G.S.; GALLO, P.B. Microclimate in coffee plantation grown under grevillea trees shading. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.2, p.201-206, 2011.

PEZZOPANE, J.R.M.; GALLO, P.B.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/coqueiro-anão verde. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.3, p.293-302, 2003.

PEZZOPANE, J.R.M.; MARSETTI, M.M.S.; SOUZA, J.M.; PEZZOPANE, J.E.M. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com noqueira macadâmia. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1257-1263, 2010.

PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; GALLO, P.B. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.256-264, 2007.

PIMENTEL, L.D. A cultura da macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.414-416, 2007.

PIMENTEL, L.D.; SANTOS, C.E.M.; WAGNER JÚNIOR, A.; SILVA, V.A.; BRUCKNER, C.H. Estudo de viabilidade econômica na cultura da noz-macadâmia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.500-507, 2007.

PIO, R.; PENONI, E.S.; RODRIGUES, F.A.; RAMOS, J.D.; DECARLOS NETO, A. Produção e amplitude de colheita de cultivares de noqueira-macadâmia em Itapira, São Paulo. **Revista Ceres**, v.59, n.6, p.826-831, 2012.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; PIZA JUNIOR, C.T. Frutíferas – Frutas de clima temperado - III: caqui, maçã, macadâmia, pecã e pêra. In: RAIJ, B. van; QUAGGIO, A.J.; CANTARELLA, H.; FURLANI, A.J. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo, 1997. p.121-153. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.J. Estimulantes - Café. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. p.97-101. (Boletim Técnico, 100).

REZENDE, R.; HELBEL JÚNIOR, C.; SOUZA, R.S. ANTUNES, F.M.; FRIZZONE, J.A. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro em diferentes regimes hídricos e dosagens de fertirrigação. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.447-458, 2010.

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

RODRIGUES, V.G.S. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros arborizados e a pleno sol**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 4 p. (Circular Técnica nº 112).

RODRIGUES, V.G.S.; COSTA, R.S.C; LEÔNIDAS, F.C.; FREITAS, J.C. Arborização em Lavouras de Café – Experiências de Agricultores em Rondônia-Brasil. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Anais Eletrônicos...** Vitória, ES: Embrapa Café, 2001. v. 2, p. 1612-1617.

RODRIGUEZ, F. Custos e benefícios da irrigação no Brasil. **ITEM: Irrigação e Tecnologia Moderna**, n.41, p.6-11, 1990.

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

ROTHWELL, L. The effect of irrigation on the yield of *Macadamia integrifolia* (cultivar 246) for the harvest year of 2007 at Clunes, Northern New South Wales, Australia. **Environment Information Technology**. Australia, personal communication, 2007.

- SACRAMENTO, C.K. A macadamicultura no Brasil In: SÃO JOSÉ, A.R. (Ed.) **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista-BA, DFZ-UESB, p.192-197, 1991.
- SACRAMENTO, C.K.; PEREIRA F.M. Fenologia da floração noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche) nas condições climáticas de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n. 1. p.19-22, 2003.
- SACRAMENTO, C.K.; PEREIRA, F.M.; PERECIN, D.; SABINO, J.C. Capacidade combinatória para frutificação em cultivares de noqueira-macadâmia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p. 2045-2049, 1999.
- SAES, M.S.M. A distribuição de quase-renda e a estratégia de diferenciação no café. **Revista de Administração Contemporânea**, v.11, n.2, p.151-171, 2007.
- SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. **Agroforestry Systems**, v.30, n.1, p.5-55, 1995.
- SANTINATO, R. Avanços na tecnologia de irrigação na cultura de café. In: SANTOS, C.M. et al. **Irrigação da Cafeicultura no Cerrado**. Uberlândia: Instituto de Ciências Agrárias, 2001. p.79-82
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T. **Cultivo do cafeeiro irrigado em plantio circular sob pivô central**. Belo Horizonte: Editora O Lutador, 2002. 251p.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SÃO JOSÉ, A. R. **Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização**. Vitória da Conquista-BA, DFZ-UESB, 1991, 224 p.
- SCHNEIDER, L.M.; ROLIM, G.deS.; SOBIERAJSKI, G.daR.; PRELA-PANTANO, A.; PERDONÁ, M.J. Zoneamento agroclimático de noqueira-macadâmia para o Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.2, p.515-524, 2012.
- SCHULZ, B.; BECKER, B.; GÖTSCH, E. Indigenous knowledge in a 'modern' sustainable agroforestry system - a case study from eastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v.25, n.1, p.59-69, 1994.
- SILVA, A.C.; SILVA, A.M.; COELHO, G.; REZENDE, F.C.; SATO, F.A. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.21-25, 2008a.
- SILVA, A.L.; FARIA, M.A.; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.37-44, 2003.

SILVA, C.F.; MENDES, M.F.; PESSOA, F.L.P.; QUEIROZ, E.M. Supercritical carbon dioxide extraction of macadamia (*Macadamia integrifolia*) nut oil. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.25, n.1, p.175 - 181, 2008b.

SILVA, F.A.; MAXIMO, G.J.; MARSALIO JR, A.; SILVA, M.A.A.P. Impacto da secagem com microondas sobre o perfil sensorial de amêndoas de noz macadâmia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.553-561, 2007.

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

SOARES, A.R.; MANTOVANI, E.C.; RENA, A.B.; SOARES, A.A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.27, n.1, p.117-125, 2005

SOBIERAJSKI, G.R.; BARBOSA, W.; BETTIOL NETO, J.E.; CHAGAS, E.A.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A. Caracterização dos estágios fenológicos em sete cultivares e seleções de noqueira-macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.690-694, 2007.

SOBIERAJSKI, G.daR.; FRANCISCO, V.L.F. dos S.; ROCHA, P.; GHILARDI, A.A.; MAIA, M.L. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.36, n.5, p.25-36, 2006.

SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; HERNANDEZ, J.C.; NIETO, J.C. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.80, n.1-2, p. 61-69, 2000.

SOUZA, J.L.M. **Modelo para a análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para a cultura do cafeeiro**. 2001. 227f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

SPONCHIATO, D. Uma castanha por dia. **Revista Saúde**, v.298, p.18-23, 2008.

STEIMAN, S.; IDOL, T.; BITTENBENDER, H.C.; GAUTZC, L. Shade coffee in Hawai'i – Exploring some aspects of quality, growth, yield, and nutrition. **Scientia Horticulturae**. v.128, n.2, p.152-158, 2011.

STEPHENSON, R.A.; CULL, B.W. Standad leaf nutrient levels for bearing macadamia trees in southest Queensland. **Scientia Horticulturae**, v.30, n.1, p.73-82, 1986.

STEPHENSON, R.A.; GALLAGHER, E.C. Timing of nitrogen application to macadamias 1. Tree nitrogen status and vegetative growth. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.29, n., p.569-574, 1989a.

STEPHENSON, R.A.; GALLAGHER, E.C. Timing of nitrogen application to macadamias 3. Reproductive growth, yield and quality. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.29, n.4, p.581-585, 1989b.

STEPHENSON, R.A.; GALLAGHER, E.C.; DOOGAN, V.J. Leaf nitrogen as a guide for fertilizing macadamia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 37, n.5, p.599-604, 1997.

STEPHENSON, R.A.; GALLAGHER, E.C.; DOOGAN, V.J. Macadamia response to mild water stress at different phenological stages. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.54, n.1, p.67-75, 2003

TATAGIBA, S.D.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Science**, v.5, n.3, p.251-261, 2010.

TEODORO, A.; KLEIN, A.M.; REIS, P.R.; TSCHARNTKE, T. Agroforestry management affects coffee pests contingent on season and developmental stage. **Agricultural and Forest Entomology**, v.11, n.3, p.295-300, 2009.

TROCHOULIAS, T.; JOHNS, G.G. Poor response of macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche) to irrigation in a high rainfall area of subtropical Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.32, n.4, p.507-512, 1992.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.J.; GUYOT, B.; GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, n.2, p.197-204, 2006.

VILAS BOAS, N.; CASARIN, J.; CAETANO, J.; GONSALVES JR., A.C.; TARLEY, C.R.T.; DRAGUNSKI, D.C. Biossorção de cobre utilizando-se o mesocarpo e o endocarpo da macadâmia natural e quimicamente tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.12, p.1359-1366, 2012.

WRIGLEY, G. **Coffee**. New York: Longman Scientific e Technical, 1988. 639p.

ZAMORA, G.; SOTO, B. Arboles usados como sombra para café y cacao. **Revista Cafetalera**, v.159, n.4, p.27-32, 1976.

9 APÊNDICE

Apêndice 1. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras da noqueira-macadâmia (IAC 9-20), em cultivo solteiro não irrigado, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A - OPER. CAFÉ	Valor (R\$)							
a1 Implantação								
Terraceamento	48,00							
Calagem	120,00							
Gradagem pesada	0,00							
Sulcação	270,00							
Distr. calc. Sulco	110,50							
Dist. Ad. qui. sulco	110,50							
Dis. Ad Org. sulco	123,50							
Aplic.Defens. Mec.	48,00							
Plantio	274,70							
Aplic.Def. Mec.	0,00							
Replantio	26,80							
a2 Manut/Colh								
Roçagem	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calagem	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Apl Her Pós Man	13,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adubação Manual	13,40	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	2,68
Aplic.Def. Manual	13,40	67,00	67,00	67,00	26,80	26,80	26,80	5,36
Aplic.Def. Mec	0,00	60,00	60,00	60,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Apl. Her Pós Mec	0,00	40,00	40,00	40,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Colheita manual	0,00	0,00	0,00	5,68	36,88	211,52	371,84	684,21
Descarp.	0,00	0,00	0,00	0,43	2,77	15,86	27,89	51,32
Subtotal A	1.358,20	283,80	286,80	199,91	381,25	475,98	741,33	938,56
B - INS/MAT.								
Calcário	120,90	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00
Cama de frango	48,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Superfosf. Simples	37,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto de Pot.	31,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórmula 10-10-10	0,00	109,80	219,60	329,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórmula 20-05-20	0,00	0,00	0,00	0,00	288,75	288,75	288,75	138,60
Herbicida glif.	28,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Inst. + fung. solo	0,00	0,00	18,00	36,00	72,00	108,00	108,00	144,00
Inseticida de solo	0,00	0,00	9,00	18,00	36,00	54,00	54,00	72,00
Fungicida foliar	0,00	1,90	1,90	9,50	9,50	19,00	19,00	19,00
Oxicl. de cobre	0,69	1,73	3,45	11,50	11,50	11,50	23,00	23,00
Adubo foliar	0,72	1,80	3,60	12,00	12,00	12,00	24,00	24,00
Mudas	1.710,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	0,00	0,26	1,66	9,52	16,73	30,79
Subtotal B	1.992,96	147,23	380,55	448,66	556,41	534,77	658,48	483,39
C - ADMIN.								
M.O. Adm.	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Energia Eletr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impostos	0,00	0,00	0,00	0,78	5,09	29,19	51,31	94,42
Subtotal C	105,00	105,00	105,00	105,78	110,09	134,19	156,31	199,42
Cus Oper. Efet.	3.456,16	536,03	772,35	754,35	1.047,75	1.144,94	1.556,12	1.526,95
Juros de custeio	302,41	46,90	67,58	66,01	91,68	100,18	136,16	133,61
C. Oper. Total	3.758,57	582,93	839,93	820,35	1.139,42	1.245,12	1.692,29	1.660,56
Rem. da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	
Rem. do capital	207,37	32,16	46,34	45,26	62,86	68,70	93,37	91,62
Custo Total Prod.	4.833,71	1.482,86	1.754,04	1.733,38	2.070,06	2.181,59	2.653,42	1.752,18
Receita Bruta			0,00	34,08	221,28	1.269,12	2.231,04	4.105,23
Res. Acum.	-4.833,71	- 6.347,55	- 8.101,60	-9.769,92	-11.618,69	-12.531,16	-12.953,55	-10.600,49

Apêndice 2. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras da noqueira-macadâmia (IAC 9-20), em cultivo solteiro irrigado, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A - OPER. CAFÉ	Valor (R\$)							
a1 Implantação								
Terraceamento	48,00							
Calagem	120,00							
Grad. pesada	0,00							
Sulcação	270,00							
D. calc. Sulco	110,50							
D. Ad qui sulco	110,50							
D. Ad Org sulco	123,50							
Aplic.Def. Mec.	48,00							
Plantio	274,70							
Aplic.Def. Mec.	0,00							
Replântio	10,05							
Sist Irrigação	5.000,00							
a2 Manut/Colh								
Roçagem	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calagem	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Aplic H. Pós Man	13,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adub Manual	13,40	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	2,68
Aplic.Def. Man.	13,40	67,00	67,00	67,00	26,80	26,80	26,80	5,36
Aplic.Def. Mec	0,00	60,00	60,00	60,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Aplic H Pós Mec	0,00	40,00	40,00	40,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Colheita man.	0,00	0,00	0,00	34,80	236,80	1.052,64	1.484,67	2.017,10
Descarp.	0,00	0,00	0,00	2,61	17,76	78,95	111,35	151,28
Subtotal A	6.341,45	283,80	286,80	231,21	596,16	1.380,19	1.937,62	2.371,43
B - INS/MAT.								
Calcário	120,90	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Cama de frango	48,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Superf. Simples	37,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Clor. Pot.	31,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórm 10-10-10	0,00	109,80	219,60	329,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórm 20-05-20	0,00	0,00			288,75	288,75	288,75	138,60
Herbicida glif.	28,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	112,00
Inst+fung solo	0,00	0,00	18,00	36,00	72,00	108,00	108,00	144,00
Inset. de solo	0,00	0,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,00
Fungicida foliar	0,00	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	0,00
Oxicl. de cobre	0,69	1,73	3,45	11,50	11,50	11,50	23,00	1,38
Adubo foliar	0,72	1,80	3,60	12,00	12,00	12,00	24,00	1,44
Mudas	1.601,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	0,00	1,57	10,66	47,37	66,81	90,77
Subtotal B	1.884,16	147,23	380,55	433,37	530,81	510,52	646,46	488,19
C - ADMIN.								
M.O. Adm.	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Energia Elétrica	213,90	242,48	302,19	420,52	482,42	410,00	407,78	
Impostos	0,00	0,00	0,00	4,80	32,68	145,26	204,88	278,36
Subtotal C	318,90	347,48	407,19	530,32	620,10	250,26	717,66	383,36
Cus Oper. Efet.	8.544,51	778,51	1.074,54	1.194,90	1.747,06	2.140,97	3.301,74	3.242,98
Juros de custeio	747,64	68,12	94,02	104,55	152,87	187,33	288,90	283,76
C. Oper. Total	9.292,16	846,63	1.168,57	1.299,45	1.899,93	2.328,31	3.590,64	3.526,74
Rem da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	
Rem do capital	512,67	46,71	64,47	71,69	104,82	128,46	198,10	194,58
C. Total Prod.	10.672,60	1.761,11	2.100,81	2.238,92	2.872,52	3.324,53	4.656,52	3.721,32
Receita Bruta				208,80	1.420,80	6.315,84	8.908,00	12.102,62
Res. Acum.	-10.672,60	-12.433,70	-14.534,51	-16.564,63	-18.016,35	-15.025,05	-10.773,56	-2.392,26

Apêndice 3. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras de lavoura de café Obatã (IAC 1669-20), em cultivo solteiro não irrigado, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2012.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
A - OPERAÇÕES	Valor (R\$)						
a1 Implantação							
Terraceamento	48,00						
Calagem	120,00						
Gradagem pesada	54,00						
Sulcação	186,00						
Distr. calc. Sulco	78,00						
Distr. Ad. quim. sulco	78,00						
Distr. Ad. Org. sulco	123,50						
Incorp. ad. sulco	90,00						
Fechar sulco	72,00						
Aplic. Defens. Mec.	48,00						
Plantio	1.541,00						
Aplic. Defens. Mec.	80,40						
Replântio	80,40						
a2 Manut/Colh							
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Calagem	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00
Capina Manual	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adubação Manual	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00
Aplic. Def. Manual	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplic. Defens. Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Aplic. Herb. Pós arruação	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00
Colheita manual	0,00	0,00	880,00	2.560,00	4.240,00	1.680,00	2.080,00
Secagem	0,00	0,00	107,20	234,50	402,00	268,00	268,00
Varreção	0,00	0,00	0,00	268,00	603,00	0,00	268,00
Beneficiamento	0,00	0,00	120,60	377,52	785,88	253,56	294,52
Distr. de palha	0,00	0,00	110,00	121,00	203,50	143,00	143,00
Espar. ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00
Subtotal A	2.825,50	801,10	1.892,20	4.199,22	6.992,38	3.076,56	3.878,52
B - INS/MAT.							
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00
Cama de frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Superfosf. Simples	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto Potássio	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórmula 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50
Herbicida glifosato	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Herb. pré-emergente	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inst. + fung. solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00
Inseticida de solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Fungicida foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25
Oxicloreto de cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00
Adubo foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Mudas	1.616,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	40,20	125,84	261,96	84,52	98,17
Subtotal B	4.670,21	999,05	1.844,45	2.474,84	4.219,71	1.985,77	4.055,92
C - ADMIN.							
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Energia Elétrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impostos	0,00	0,00	89,06	278,78	580,33	187,24	217,48
Subtotal C	325,00	325,00	414,06	603,78	905,33	512,24	542,48
Cus Oper. Efet.	7.820,71	2.125,15	4.150,71	7.277,84	12.117,42	5.574,57	8.476,93
Juros de custeio	684,31	185,95	363,19	636,81	1.060,27	487,77	741,73
Custo Oper. Total	8.505,02	2.311,10	4.513,89	7.914,65	13.177,69	6.062,34	9.218,66
Remun da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77
Remun do capital	469,24	127,51	249,04	436,67	727,04	334,47	508,62
Custo Total Prod.	9.842,03	3.306,38	5.630,71	9.219,09	14.772,50	7.264,59	10.595,04
Receita Bruta			3.872,00	12.120,70	25.231,55	8.140,83	9.455,84
Resultados Acum.	-9.842,03	-13.148,41	-14.907,12	-12.005,51	-1.546,46	-670,23	-1.809,43

Apêndice 4. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras de lavoura de café Obatã (IAC 1669-20), em cultivo solteiro irrigado, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2012.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
A - OPERAÇÕES	Valor (R\$)						
a1 Implantação							
Terraceamento	48,00						
Calagem	120,00						
Gradagem pesada	54,00						
Sulcação	186,00						
Distr. calc. Sulco	78,00						
Distr. Ad. quim. sulco	78,00						
Distr. Ad. Org. sulco	123,50						
Incorp. ad. sulco	90,00						
Fechar sulco	72,00						
Aplic.Defens. Mec.	48,00						
Plantio	1.541,00						
Aplic.Defens. Mec.	80,40						
Replântio	67,00						
Sistema de irrig.	7.000,00						
a2 Manut/Colh							
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Calagem	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00
Capina Manual	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adubação Manual	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00
Aplic.Def. Manual	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplic.Defens. Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Aplic. Herb. Pós arruação	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00
Colheita manual	0,00	0,00	1.520,00	3.120,00	5.360,00	1.680,00	5.920,00
Secagem	0,00	0,00	167,50	335,00	536,00	268,00	603,00
Varreção	0,00	0,00	0,00	469,00	804,00	0,00	670,00
Beneficiamento	0,00	0,00	313,08	573,00	993,96	183,60	1.090,26
Distr. de palha	0,00	0,00	121,00	159,50	231,00	143,00	275,00
Espar. ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00
Subtotal A	9.812,10	801,10	2.795,98	5.294,70	8.682,96	3.006,60	9.383,26
B - INS/MAT.							
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00
Cama de frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Superfosf. Simples	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto Potássio	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórmula 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50
Herbicida glifosato	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Herb. pré-emergente	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inst. + fung. solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00
Inseticida de solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Fungicida foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25
Oxicloreto de cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00
Adubo foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Mudas	1.606,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	104,36	191,00	331,32	61,20	363,42
Subtotal B	4.659,81	999,05	1.908,61	2.540,00	4.289,07	1.962,45	4.321,17
C - ADMIN.							
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Energia Elétrica	213,90	242,48	302,19	420,52	482,42	410,00	407,78
Impostos	0,00	0,00	231,19	423,13	733,98	135,58	805,09
Subtotal C	538,90	567,48	858,38	1.168,65	1.541,40	460,58	1.537,87
Cus Oper. Efet.	15.010,81	2.367,63	5.562,97	9.003,35	14.513,43	5.429,63	15.242,31
Juros de custeio	1.313,45	207,17	486,76	787,79	1.269,92	475,09	1.333,70
Custo Oper. Total	16.324,26	2.574,80	6.049,73	9.791,14	15.783,35	5.904,72	16.576,01
Remun da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77
Remun do capital	900,65	142,06	333,78	540,20	870,81	325,78	914,54
Custo Total Prod.	18.092,68	3.584,63	7.251,28	11.199,11	17.521,93	7.098,27	18.358,32
Receita Bruta			10.051,78	18.396,80	31.912,19	5.894,68	35.004,08
Resultados Acum.	-18.092,68	-21.677,30	-18.876,81	-11.679,12	2.711,15	1.507,56	18.153,33

Apêndice 5. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras do consórcio de café Obatã (IAC 1669-20) e nogueira-macadâmia (IAC 9-20), sem irrigação, em Dois Córregos, SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A - OPERAÇÕES	Valor (R\$)							
a1 Implantação								
Terraceamento	48,00							
Calagem	120,00							
Grad pesada	54,00							
Sulcação	186,00							
Dis calc. Sulco	78,00							
Dis Ad qui sulc	78,00							
Dis Ad Org sulc	123,50							
Incorp ad sulco	90,00							
Fechar sulco	72,00							
Aplic.Def. Mec.	48,00							
Plantio	1.541,00							
Aplic.Def. Mec.	80,40							
Replantio	80,40							
a2 Manut/Colh								
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	
Calagem	0,00	0,00	120,00	0,00	120,00	0,00	90,00	
Capina Man	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Adub Man	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00	
Apl Def Manl	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Aplic.Def Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00	
Aplic Herb Pós	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	
Arruação			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Colheita manual	0,00	0,00	880,00	2.560,00	4.240,00	1.680,00	2.080,00	
Secagem	0,00	0,00	107,20	234,50	402,00	268,00	268,00	
Varreção	0,00	0,00	0,00	268,00	603,00	0,00	268,00	
Beneficiamento	0,00	0,00	126,72	370,92	901,08	243,12	381,48	
Distr. de palha	0,00	0,00	110,00	121,00	203,50	143,00	143,00	
Espar. Ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	
Subtotal A	2.639,50	801,10	1.925,32	4.192,62	7.134,58	3.066,12	3.962,48	
B - INS/MAT.								
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Cama frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Superf Simples	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Clor Potássio	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fórm 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50	
Herb glifosato	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	
Herb pré-em.	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Inst+fung solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00	
Inset solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00	
Fung foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	
Oxicl cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00	
Adubo foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00	
Mudas	1.616,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sacaria	0,00	0,00	42,24	123,64	300,36	81,04	127,16	
Subtotal B	4.670,21	999,05	1.846,49	2.472,64	4.258,11	1.982,29	4.084,91	
C - ADMIN.								
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	
Energia Elétrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Impostos	0,00	0,00	93,58	273,90	665,39	179,53	281,70	
Subtotal C	325,00	325,00	418,58	598,90	990,39	504,53	606,70	
Cus Oper. Efet.	7.634,71	2.125,15	4.190,39	7.264,16	12.383,08	5.374,48	8.374,07	
Juros de custeio	668,04	185,95	366,66	635,61	1.083,52	470,27	732,73	
Custo Oper. Total	8.302,75	2.311,10	4.557,04	7.899,78	13.466,60	5.844,75	9.106,80	
Remun da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	
Remun do capital	458,08	127,51	251,42	435,85	742,99	322,47	502,44	
Custo Total Prod.	9.628,60	3.306,38	5.676,24	9.203,40	15.077,36	7.034,99	10.477,02	

Continua...

...continuação.

Receita Bruta			4.068,49	11.908,80	28.930,17	7.805,64	12.247,84	
Resultados Acum.	-9628,60	-12934,98	-14542,73	-11837,33	2015,49	2581,36	4030,86	
D - OP. MACAD.								
d1 Implantação								
Abertura de cova	270,00							
Plantio	274,70							
Replântio	26,80							
d2 Manut/Colheita								
Adução Manual	13,40	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80
Podas				67,00	134,00	134,00	134,00	134,00
Colheita manual	0,00	0,00	0,00	24,99	174,45	412,72	498,22	888,66
Descarpelamento	0,00	0,00	0,00	1,87	13,08	30,95	37,37	66,65
Subtotal D	584,90	26,80	26,80	120,66	348,34	604,47	696,39	1.091,99
E - INS/MATER.								
Fórmula 10-10-10	0,00	109,80	219,60	329,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórmula 20-05-20	0,00	0,00	0,00	0,00	288,75	288,75	288,75	138,60
Mudas	1.710,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	0,00	1,12	7,85	18,57	22,42	39,99
Subtotal E	1.710,32	109,80	219,60	330,52	296,60	307,32	311,17	178,59
Custo O. Efetivo	2.295,22	136,60	246,40	451,19	644,94	911,80	1.007,55	1.270,58
Juros de custeio	200,83	11,95	21,56	39,48	56,43	79,78	88,16	111,18
Custo O. Total	2.496,05	148,55	267,96	490,66	701,37	991,58	1.095,72	1.381,76
Remun. da terra								
Remun. do capital	137,71	8,20	14,78	27,07	38,70	54,71	60,45	76,23
Custo Total Prod.	2.633,76	156,75	282,74	517,73	740,07	1.046,29	1.156,17	1.457,99
Receita Bruta			0,00	149,92	1.046,72	2.476,32	2.989,31	5.331,97
Result. Acum.	-2.633,76	-2.790,51	-3.073,26	-3.441,07	-3.134,42	-1.704,38	128,76	4.002,73
Soma Culturas								
Soma despesas	-12.262,36	-3.463,13	-5.958,98	-9.721,13	-15.817,42	-8.286,05	-11.954,51	-1.457,99
Soma receitas				4.218,41	12.955,52	31.406,49	10.794,95	17.579,81
Res. Consórcio	-12.262,36	-15.725,49	-17.615,99	-15.278,40	-1.118,93	876,97	4.159,62	8.033,59

Apêndice 6. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras do consórcio de café Obatã (IAC 1669-20) e noqueira-macadâmia (IAC 9-20), com irrigação, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A - OP. CAFÉ	Valor (R\$)							
a1 Implantação								
Terraceamento	48,00							
Calagem	120,00							
Grad pesada	54,00							
Sulcação	186,00							
Dist calc Sulco	78,00							
Dist Ad qu sulc	78,00							
Dist Ad Or sulc	123,50							
Inc ad sulco	90,00							
Fechar sulco	72,00							
Aplic.Def Mec.	48,00							
Plantio	1.541,00							
Aplic.Def Mec.	80,40							
Replântio	67,00							
Sist. Irrig.	7.000,00							
a2 Manut/Colh								
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	
Calagem	0,00	0,00	120,00	0,00	120,00	0,00	90,00	
Capina Man	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Adu Manual	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00	
Apl Def Man	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Apl Def Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00	
Apl Herb. Pós	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	
Arruação			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Colh. manual	0,00	0,00	1.520,00	3.120,00	5.360,00	1.680,00	5.920,00	
Secagem	0,00	0,00	167,50	335,00	536,00	268,00	603,00	
Varreção	0,00	0,00	0,00	469,00	804,00	0,00	670,00	
Beneficiam.	0,00	0,00	284,52	579,00	1.003,20	207,48	956,04	
Distr. de palha	0,00	0,00	121,00	159,50	231,00	143,00	275,00	
Espar. ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	
Subtotal A	9.626,10	801,10	2.794,42	5.300,70	8.719,20	3.030,48	9.246,04	
B - INS/MAT.								
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Cama frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Superf Simp	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Clor Pot	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
For 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50	
Herb glif	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	
Herb. pré-emer	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Inst+fung solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00	
Inseti de solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00	
Fungicida foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	
Oxicl de cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00	
Adubo foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00	
Mudas	1.606,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sacaria	0,00	0,00	94,84	193,00	334,40	69,16	318,68	
Subtotal B	4.659,81	999,05	1.899,09	2.542,00	4.292,15	1.970,41	4.276,43	
C - ADMIN.								
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	
Energia Eletr	213,90	242,48	302,19	420,52	482,42	0,00	407,78	
Impostos	0,00	0,00	210,10	427,56	740,80	153,21	705,98	
Subtotal C	538,90	567,48	837,29	1.173,08	1.548,22	478,21	1.438,76	
C. Oper. Efet.	14.824,81	2.367,63	5.530,80	9.015,78	14.559,57	5.326,80	14.259,46	
Juros custeio	1.297,17	207,17	483,95	788,88	1.273,96	466,10	1.247,70	
C. Oper. Total	16.121,98	2.574,80	6.014,75	9.804,66	15.833,53	5.792,90	15.507,17	
Rem da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	
Rem do capital	889,49	142,06	331,85	540,95	873,57	319,61	855,57	
C. Total Prod.	17.879,24	3.584,63	7.214,37	11.213,38	17.574,88	6.980,28	17.230,50	

Continua...

...continuação.

Receita Bruta			9.134,83	18.589,44	32.208,85	6.661,38	30.694,73		
Result. Acum.	-17.879,24	-21.463,87	-19.543,41	-12.167,34	2.466,63	2.147,73	15.611,95		
D - OP. MAC.									
d1 Implant.									
Abert cova	270,00								
Plantio	274,70								
Replatio	10,05								
d2 Man/Colh									
Adub Manual	13,40	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80
Podas				67,00	134,00	134,00	134,00	134,00	134,00
Colh manual	0,00	0,00	0,00	107,36	374,05	1.428,48	962,69	1.729,24	1.729,24
Descarpelam	0,00	0,00	0,00	8,05	28,05	107,14	72,20	129,69	129,69
Subtotal D	568,15	26,80	26,80	209,21	562,91	1.696,42	1.195,70	1.995,62	
E - INS/MAT.									
For 10-10-10	0,00	109,80	219,60	329,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
For 20-05-20	0,00	0,00			288,75	288,75	288,75	138,60	138,60
Mudas	1.601,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	0,00	4,83	16,83	64,28	43,32	77,82	77,82
Subtotal E	1.601,52	109,80	219,60	334,23	305,58	353,03	332,07	216,42	
C. O. Efetivo	2.169,67	136,60	246,40	543,44	868,49	2.049,45	1.527,77	2.212,03	
Juros custeio	189,85	11,95	21,56	47,55	75,99	179,33	133,68	193,55	193,55
C. O. Total	2.359,52	148,55	267,96	590,99	944,48	2.228,77	1.661,45	2.405,58	
Rem capital	130,18	8,20	14,78	32,61	52,11	122,97	91,67	132,72	132,72
C. Total Prod.	2.489,70	156,75	282,74	623,60	996,59	2.351,74	1.753,11	2.538,31	
Receita Bruta			0,00	644,16	2.244,32	8.570,88	5.776,16	10.375,46	10.375,46
Result. Acum.	-2.489,70	-2.646,44	-2.929,19	-2.908,63	-1.660,90	4.558,24	8.581,28	16.418,43	
Soma Culturas									
Soma despesas	-20.368,94	-3.741,38	-7.497,11	-11.836,98	-18.571,47	-9.506,78	-19.788,89	-2.538,31	-2.538,31
Soma receitas			9.134,83	19.233,60	34.453,17	15.232,26	36.470,89	10.375,46	10.375,46
Res. Consórcio	-20.368,94	-24.110,31	-22.472,60	-15.075,97	805,73	6.531,20	23.213,20	31.050,35	

Apêndice 7. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras de lavoura de café Obatã (IAC 1669-20), irrigado, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
A - OP. CAFÉ	Valores (R\$)						
a1 Implantação							
Terraceamento	48,00						
Calagem	120,00						
Gradagem pesada	54,00						
Sulcação	186,00						
Distr. calc. Sulco	78,00						
Distr. Ad. quim. sulco	78,00						
Distr. Ad. Org. sulco	123,50						
Incorp. ad. sulco	90,00						
Fechar sulco	72,00						
Aplic.Defens. Mec.	48,00						
Plantio	1.541,00						
Aplic.Defens. Mec.	80,40						
Replantio	67,00						
Sistema de irrig.	7.000,00						
a2 Manut/Colh							
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Calagem	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00
Capina Manual	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Adução Manual	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00
Aplic.Def. Manual	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplic.Defens. Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Aplic. Herb. Pós	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00
arruação			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Colheita manual	0,00	0,00	1.520,00	3.120,00	5.360,00	1.680,00	5.920,00
Secagem	0,00	0,00	167,50	335,00	536,00	268,00	603,00
Varreção	0,00	0,00	0,00	469,00	804,00	0,00	670,00
Beneficiamento	0,00	0,00	285,12	560,56	993,72	204,12	1.090,26
Distr. de palha	0,00	0,00	121,00	159,50	231,00	143,00	275,00
Espar. ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00
Subtotal A	9.812,10	801,10	2.768,02	5.282,26	8.682,72	3.027,12	9.383,26
B - INS/MAT.							
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00
Cama de frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Superfosf. Simples	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto Potássio	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fórmula 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50
Herbicida glifosato	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Herb. pré-emergente	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inst. + fung. solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00
Inseticida de solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Fungicida foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25
Oxicloreto de cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00
Adubo foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Mudas	1.606,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	95,04	186,85	331,24	68,04	363,42
Subtotal B	4.659,81	999,05	1.899,29	2.535,85	4.288,99	1.969,29	4.321,17
C - ADMIN.							
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Energia Elétrica	213,90	242,48	302,19	420,52	482,42	396,00	407,78
Impostos	0,00	0,00	210,54	413,94	733,80	150,73	805,09
Subtotal C	538,90	567,48	837,74	1.159,46	1.541,22	475,73	1.537,87
Cus Oper. Efet.	15.010,81	2.367,63	5.505,05	8.977,58	14.512,93	5.472,14	15.242,31
Juros de custeio	1.313,45	207,17	481,69	785,54	1.269,88	478,81	1.333,70
Custo Oper. Total	16.324,26	2.574,80	5.986,74	9.763,11	15.782,81	5.950,95	16.576,01
Remun da terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77
Remun do capital	900,65	142,06	330,30	538,65	870,78	328,33	914,54
Custo Total Prod.	18.092,68	3.584,63	7.184,81	11.169,54	17.521,36	7.147,05	18.358,32
Receita Bruta			9.154,09	17.997,40	31.904,48	6.553,50	35.004,08
Resultados Acum.	-18.092,68	-21.677,30	-19.708,02	-12.880,16	1.502,97	909,42	17.555,19

Apêndice 8. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras do consórcio de café Obatã (IAC 1669-20) e noqueira-macadâmia (HAES 816), com irrigação, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A - OP. CAFÉ	Valores (R\$)							
a1 Implantaç								
Terraceam	48,00							
Calagem	120,00							
Grad pesada	54,00							
Sulcação	186,00							
Dis calc Sulco	78,00							
Dis Ad qui sul	78,00							
Dis Ad Org	123,50							
Incor ad sulc	90,00							
Fechar sulco	72,00							
Apl.Def. Mec.	48,00							
Plantio	1.541,00							
Apl.Def.Mec.	80,40							
Replantio	67,00							
Sist. Irrig.	7.000,00							
a2 Man./Colh.								
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	
Calagem	0,00	0,00	120,00	0,00	120,00	0,00	90,00	
Capina Man	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Adub. Man	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00	
Apl.Def.Man	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Apl.Def. Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00	
Apl. H. Pós	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	
arruação			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Colheita Man	0,00	0,00	1.520,00	3.120,00	5.360,00	1.680,00	5.920,00	
Secagem	0,00	0,00	167,50	335,00	536,00	268,00	603,00	
Varreção	0,00	0,00	0,00	469,00	804,00	0,00	670,00	
Beneficiam	0,00	0,00	279,60	466,80	955,20	214,80	855,60	
Distr. palha	0,00	0,00	121,00	159,50	231,00	143,00	275,00	
Espar. ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	
Subtotal A	9.626,10	801,10	2.789,50	5.188,50	8.671,20	3.037,80	9.145,60	
B - INS/MAT.								
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Cama frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Superfosf. S.	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Clor Potás	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50	
Herb glif	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	
Herb. pré-em.	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Inst+fun. solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00	
Ins. de solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00	
Fung. foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	
Oxic. cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00	
Ad foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00	
Mudas	1.606,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sacaria	0,00	0,00	93,20	155,60	318,40	71,60	285,20	
Subtotal B	4.659,81	999,05	1.897,45	2.504,60	4.276,15	1.972,85	4.242,95	
C - ADMIN.								
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	
Energia Eletr	213,90	242,48	302,19	420,52	482,42	396,00	407,78	
Impostos	0,00	0,00	206,47	344,70	705,35	158,62	631,80	
Subtotal C	538,90	567,48	833,66	1.090,22	1.512,77	483,62	1.364,58	
C. O. Efet.	14.824,81	2.367,63	5.520,61	8.783,32	14.460,12	5.336,60	14.125,10	
Jur custeio	1.297,17	207,17	483,05	768,54	1.265,26	466,95	1.235,95	
C. O. Total	16.121,98	2.574,80	6.003,66	9.551,86	15.725,38	5.803,55	15.361,05	
Rem terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	
Rem capital	889,49	142,06	331,24	527,00	867,61	320,20	847,51	
C. T. Prod.	17.879,24	3.584,63	7.202,67	10.946,63	17.460,76	6.991,51	17.076,32	

Continua...

...continuação.

Rec Bruta			8.976,79	14.987,00	30.667,49	6.896,33	27.469,75	
Res. Acum.	-17.879,24	-21.463,87	-19.689,75	-15.649,38	-2.442,64	-2.718,75	6.954,01	
D - O. MAC.								
d1 Implant								
Abert cova	270,00							
Plantio	274,70							
Replantio	10,05							
d2 Man/Colh								
Adu Manual	13,40	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	2,68
Colh Manual	0,00	0,00	0,00	31,10	414,63	2.721,04	1.927,53	1.994,16
Descarpelam	0,00	0,00	0,00	2,33	31,10	204,08	144,56	149,56
Subtotal D	568,15	26,80	26,80	60,23	472,53	2.951,92	2.098,90	2.146,41
E - INS/MAT.								
F 10-10-10	0,00	109,80	219,60	329,40	0,00	0,00	0,00	0,00
F 20-05-20	0,00	0,00			288,75	288,75	288,75	138,60
Mudas	1.601,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	0,00	1,40	18,66	122,45	86,74	0,00
Subtotal E	1.601,52	109,80	219,60	330,80	307,41	411,20	375,49	138,60
C. O. Efetivo	2.169,67	136,60	246,40	391,03	779,94	3.363,11	2.474,39	2.285,01
Juros custeio	189,85	11,95	21,56	34,22	68,24	294,27	216,51	199,94
C. O. Total	2.359,52	148,55	267,96	425,24	848,19	3.657,39	2.690,90	2.484,95
Rem capital	130,18	8,20	14,78	23,46	46,80	201,79	148,46	137,10
C. Total Prod.	2.489,70	156,75	282,74	448,71	894,98	3.859,17	2.839,36	2.622,05
Receita Bruta			0,00	186,59	2.487,81	16.326,24	11.565,20	11.964,99
Res. Acum.	-2.489,70	-2.646,44	-2.929,19	-3.191,31	-1.598,48	10.868,58	19.594,42	28.937,36
Soma Cult.								
S. despesas	-20.368,94	-3.741,38	-7.485,41	-11.395,34	-18.355,74	-11.031,61	-20.636,35	-2.622,05
S. receitas			8.976,79	15.173,59	33.155,30	23.222,57	39.034,95	11.964,99
Res. Cons.	-20.368,94	-24.110,31	-22.618,94	-18.840,69	-4.041,13	8.149,83	26.548,43	35.891,38

Apêndice 9. Custos, receitas e resultados econômicos de cinco safras do consórcio de café Obatã (IAC 1669-20) e noqueira-macadâmia (IAC 4-12B sem poda), com irrigação, em Dois Córregos-SP, de 2006 a 2013.

Itens	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
A - OP. CAFÉ	Valores (R\$)							
a1 Implantaç								
Terraceam	48,00							
Calagem	120,00							
Grad pesada	54,00							
Sulcação	186,00							
Dis calc Sulco	78,00							
Dis Ad qui sul	78,00							
Dis Ad Org	123,50							
Incor ad sulc	90,00							
Fechar sulco	72,00							
Apl.Def. Mec.	48,00							
Plantio	1.541,00							
Apl.Def.Mec.	80,40							
Replatio	67,00							
Sist. Irrig.	7.000,00							
a2 Man./Colh.								
Roçagem	0,00	80,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	
Calagem	0,00	0,00	120,00	0,00	120,00	0,00	90,00	
Capina Man	0,00	234,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Adeb. Man	20,10	321,60	80,40	107,20	134,00	201,00	201,00	
Apl.Def.Man	20,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Apl.Def. Mec	0,00	90,00	120,00	150,00	150,00	150,00	150,00	
Apl. H. Pós	0,00	75,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	
arruação			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Colheita Man	0,00	0,00	1.520,00	3.120,00	5.360,00	1.680,00	5.920,00	
Secagem	0,00	0,00	167,50	335,00	536,00	268,00	603,00	
Varreção	0,00	0,00	0,00	469,00	804,00	0,00	670,00	
Beneficiam	0,00	0,00	243,60	508,80	777,60	182,40	374,40	
Distr. palha	0,00	0,00	121,00	159,50	231,00	143,00	275,00	
Espar. ciscos	0,00	0,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	
Subtotal A	9.626,10	801,10	2.753,50	5.230,50	8.493,60	3.005,40	8.664,40	
B - INS/MAT.								
Calcário	186,00	0,00	93,00	0,00	93,00	0,00	93,00	
Cama frango	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Superfosf. S.	745,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ureia	50,00	443,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Clor Potás	174,24	316,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F 20-05-20	0,00	0,00	924,00	1.443,75	2.887,50	924,00	2.887,50	
Herb glif	24,00	24,00	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	
Herb. pré-em.	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Inst+fun. solo	0,00	0,00	360,00	360,00	432,00	432,00	432,00	
Ins. de solo	0,00	144,00	144,00	180,00	180,00	180,00	180,00	
Fung. foliar	0,00	0,00	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	
Oxic. cobre	6,90	34,50	92,00	138,00	138,00	138,00	138,00	
Ad foliar	7,20	36,00	72,00	108,00	108,00	108,00	108,00	
Mudas	1.606,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sacaria	0,00	0,00	81,20	169,60	259,20	60,80	124,80	
Subtotal B	4.659,81	999,05	1.885,45	2.518,60	4.216,95	1.962,05	4.082,55	
C - ADMIN.								
M.O. Adm.	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	
Contab/escr	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	
Energia Eletr	213,90	242,48	302,19	420,52	482,42	396,00	407,78	
Impostos	0,00	0,00	179,88	375,72	574,21	134,69	276,47	
Subtotal C	538,90	567,48	807,08	1.121,24	1.381,62	459,69	1.009,25	
C. O. Efet.	14.824,81	2.367,63	5.446,03	8.870,34	14.092,17	5.293,25	13.481,38	
Jur custeio	1.297,17	207,17	476,53	776,15	1.233,07	463,16	1.179,62	
C. O. Total	16.121,98	2.574,80	5.922,55	9.646,49	15.325,24	5.756,41	14.661,00	
Rem terra	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	867,77	
Rem capital	889,49	142,06	326,76	532,22	845,53	317,60	808,88	
C. T. Prod.	17.879,24	3.584,63	7.117,08	11.046,48	17.038,54	6.941,78	16.337,65	

Continua...

...continuação.

Rec Bruta			7.820,98	16.335,45	24.965,50	5.856,10	12.020,42	
Res. Acum.	-17.879,24	-21.463,87	-20.759,97	-15.471,01	-7.544,05	-8.783,36	-13.415,94	
D - O. MAC.								
d1 Implant								
Abert cova	270,00							
Plantio	274,70							
Replatio	10,05							
d2 Man/Colh								
Adu Manual	13,40	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	2,68
Colh Manual	0,00	0,00	0,00	143,17	746,34	2.711,19	3.039,79	0,00
Descarpelam	0,00	0,00	0,00	10,74	55,98	203,34	227,98	186,06
Subtotal D	568,15	26,80	26,80	180,71	829,12	2.941,33	3.294,57	188,74
E - INS/MAT.								
F 10-10-10	0,00	109,80	219,60	329,40	0,00	0,00	0,00	0,00
F 20-05-20	0,00	0,00			288,75	288,75	288,75	138,60
Mudas	1.601,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacaria	0,00	0,00	0,00	6,44	33,59	122,00	136,79	0,00
Subtotal E	1.601,52	109,80	219,60	335,84	322,34	410,75	425,54	138,60
C. O. Efetivo	2.169,67	136,60	246,40	516,55	1.151,45	3.352,09	3.720,12	327,34
Juros custeio	189,85	11,95	21,56	45,20	100,75	293,31	325,51	28,64
C. O. Total	2.359,52	148,55	267,96	561,75	1.252,21	3.645,39	4.045,63	355,99
Rem capital	130,18	8,20	14,78	30,99	69,09	201,13	223,21	19,64
C. Total Prod.	2.489,70	156,75	282,74	592,74	1.321,29	3.846,52	4.268,83	375,63
Receita Bruta			0,00	859,02	4.478,05	16.267,15	18.238,74	14.885,17
Res. Acum.	-2.489,70	-2.646,44	-2.929,19	-2.662,91	493,85	12.914,49	26.884,40	41.393,94
Soma Cult.								
S. despesas	-20.368,94	-3.741,38	-7.399,83	-11.639,22	-18.359,83	-10.941,93	-20.921,84	-375,63
S. receitas			7.820,98	17.194,47	29.443,55	22.123,26	30.259,17	14.885,17
Res. Cons.	-20.368,94	-24.110,31	-23.689,16	-18.133,92	-7.050,20	4.131,13	13.468,45	27.977,99



Apêndice 10. Nogueira-macadâmia cv. IAC 9-20 solteira irrigada (direita) e consórcio irrigado de café cv. Obatã IAC 1669-20 e nogueira-macadâmia cv. HAES 344 (esquerda), em Dois Córregos-SP, em 2013.



Apêndice 11. Detalhe do habito de crescimento das cultivares de nogueira-macadâmia IAC 4-20 (esquerda) e HAES 660 (direita), em Dois Córregos-SP, em 2009.



Apêndice 12. Consórcio de café arábica, cultivar Obatã IAC 1669-20, com noqueira-macadâmia, cultivares IAC 4-20 com podas (esquerda) e HAES 660 (direita), em Dois Córregos-SP, em 2012.



Apêndice 13. Consórcio de café arábica, cultivar Obatã IAC 1669-20, com noqueira-macadâmia, cultivar IAC 4-12B, com (esquerda) e sem (direita) podas, Dois Córregos-SP, em 2010.