

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-
praga e doenças em cultivos de tomate no município de Apiaí-SP**

Fabio Leonardo Tomas

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Recursos
Florestais

**Piracicaba
2010**

Fabio Leonardo Tomas
Engenheiro Agrônomo

**A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-praga e doenças
em cultivos de tomate no município de Apiaí-SP**

Orientador:
Prof. Dr. **FÁBIO POGGIANI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Recursos
Florestais

Piracicaba
2010

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

Tomas, Fabio Leonardo

A influência da biodiversidade florestal na ocorrência insetos-praga e doenças em cultivos de tomate no município de Apiaí-SP / Fabio Leonardo Tomas. - - Piracicaba, 2010. 90 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010. Bibliografia.

1. Biodiversidade 2. Doenças de plantas 3. Ecologia da paisagem 4. Ecossistemas agrícolas 5. Fitossanidade 6. Insetos nocivos 7. Mata Atlântica - Apiaí (SP) 8. tomate I. Título

CDD 635.642
T655i

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

DEDICATÓRIA

A memória de, Flávio José Thomaz, pai e melhor amigo.

Ao nosso anjo protetor, Beatriz Tomaz Rubel

A todas as crianças da família Thomaz e Alecrim.

AGRADECIMENTOS

A Deus:

A Minha esposa Daniela, pela força em todo este caminho, percorrido em conjunto.

A Mãe Darticléa e Tia Geralda, pelos anos de dedicação e fé.

Aos filhos, João, Isadora e Flávia Helena, pela força transmitida.

A toda família, Daniele, Angela, Ana Carolina, Zelma, Alessandro e Américo, por toda a linda vida em grupo.

Ao professor e orientador Fábio Poggiani, pela confiança

Aos orientadores no trabalho e na vida, professores Paulo Yoshio Kageyama e Hasime Tokeshi, Deus os abençoe.

Aos professores e amigos que apoiaram este projeto Flávio Gandara e Miguel Cooper.

Aos agricultores do Assentamento Rural “Luiz David de Macedo”, Zaqueu, Toninho, José Pinheiro e Joaquim, pelo exemplo de caminhada e de busca em vencer os desafios, neste projeto e no dia-a-dia.

Aos agricultores do Bairro Encapoeirado e de Apiaí, pela valiosa parceria

A toda a equipe do LARGEA e PPDARAF – ESALQ, João Dagoberto, Pedro Salústio, João Portella, Marcos “Zidane”, Andréa, Elza, Talita, pelo apoio cotidiano, paciência e companheirismo.

Aos técnicos do INCRA e Associação Prod. Assentamento Rural – PDS “Luiz David de Macedo”, Luiz “Timbalada”, Osvaldo, Rosa e tantos outros que mostraram vontade de construir nossa nova sociedade em todos os momentos.

Aos técnicos que auxiliaram esta produção, Daniel Tomazeto, Maíra Cotrim, Renata Morelli, Bruno Brasil, Renato “Solei”, Leandro, Kátia Pisciotta, Maurício Marinho, que com todo amor ajudaram a solucionar parte dos desafios deste trabalho.

A república Antro e toda sua família pela força incondicional e lar.

A toda equipe administrativa do Programa de Pós-graduação em Recursos Florestais, Catarina Germuts e colegas, pelo apoio transmitido.

A equipe da Fundação Florestal e PETAR, Donizetti Barboza, Antônio Modesto, Tadeu Gonçalves, Nilza, Simone, Elias, Jaqueline, Nice, Andréa, Maria Aparecida (Nininha), e tantos outros, muito queridos, por toda cooperação e apoio.

A Terra, mãe acolhedora, que mantém a vida de todos que amamos.

EPÍGRAFE

“Todas as coisas são impermanentes

Esta é a lei dos nascimentos e
extinções

Quando os dois, vida e morte
perecem.

O Nirvana será a felicidade
suprema”

Ensino Budista Xintoísta

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Conceito de Biodiversidade.....	23
2.2 A Biodiversidade Florestal Atlântica.....	24
2.3 As regiões de Apiaí e do <i>continuum</i> de Paranapiacaba-SP.....	27
2.4 O panorama da frente de desmatamento na região de Apiaí-SP.....	29
2.5 A cultura do tomate e sua presença na região de Apiaí-SP.....	29
2.6 A criação e o desenvolvimento de alternativas sustentáveis para a conservação da Mata Atlântica e da Socioeconomia da agricultura familiar regional.....	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Proposta Experimental.....	35
3.2 Descrição dos modelos experimentais propostos.....	35
3.2.1 Módulos experimentais de cultivo agroecológico com alta biodiversidade florestal no entorno.....	36
3.2.2 Módulos comparativos de cultivo convencional com baixa biodiversidade florestal no entorno.....	38
3.3 Caracterização da cobertura florestal e da biodiversidade vegetal no entorno dos cultivos.....	40
3.4 Ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos agroecológicos e convencionais de tomate.....	41
3.5 Análise da relação entre a biodiversidade florestal no entorno dos cultivos de tomate e a ocorrência de insetos-praga na cultura.....	43
3.6 Análise Socioambiental e Econômica.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Caracterização da cobertura florestal e da biodiversidade vegetal no entorno dos cultivos de tomate na região de Apiaí-SP.....	45

4.2 Ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos agroecológicos experimentais, com alta biodiversidade florestal no entorno, e em cultivos convencionais comparativos, com baixa biodiversidade florestal no entorno.....	58
4.3 Análise da relação entre a biodiversidade florestal no entorno dos cultivos de tomate e a ocorrência de insetos-praga e patógenos na cultura.....	66
4.4 Análise socioambiental e econômica de modelos de cultivo agroecológico e convencional e tomate.....	67
5 CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
ANEXOS.....	87

RESUMO

A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos de tomate no município de Apiaí-SP

A Mata Atlântica (MA) é um dos ambientes naturais mais ameaçados do Brasil, tendo sua área original atualmente bastante reduzida pelas ações antrópicas. As atividades agrícolas estão incluídas entre os fatores de impacto a este Bioma; e inserida na área de domínio da MA está a região de Apiaí – SP, produtora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de mesa, uma cultura caracterizada pela sua importância alimentar, e responsável por significativos impactos socioambientais devido ao uso de agroquímicos, desmatamentos e más condições de trabalho. Devido à infestação por insetos-praga e às ocorrências de doenças agrícolas, esta cultura é considerada uma das mais exigentes em tratamentos culturais necessitando pulverizações constantes e uso geral de agroquímicos. Este trabalho busca ampliar o conhecimento sobre as funções que a biodiversidade florestal pode ter como um instrumento para auxiliar o manejo agrícola de insetos fitófagos e doenças em cultivos de tomate de mesa. No município de Apiaí – SP, entre 2008 e 2010, foram instalados 5 módulos experimentais de cultivo de tomate em manejo agroecológico no modelo de Ilhas de Alta Produtividade (IAPs), em locais onde a biodiversidade florestal é um elemento presente no entorno. Em cada módulo de cultivo, foram analisados: a biodiversidade florestal no entorno até uma distância de 300 m nos sentidos N, S, L, O; a ocorrência de insetos-praga e doenças agrícolas e a viabilidade econômica e socioambiental. Os resultados foram comparados aos mesmos dados coletados de outros 5 cultivos convencionais da mesma região ecológica, que cultivaram variedades semelhantes, no mesmo período, em ambientes com menor biodiversidade florestal nativa em seu entorno. Os módulos experimentais de cultivo agroecológico demonstraram uma área média de cobertura Florestal Atlântica em torno de 43,82%, com uma ocorrência média de 46 espécies arbóreas nativas cujo índice de diversidade de Shannon foi de 3,87. Os cultivos convencionais comparativos apresentaram áreas médias de cobertura florestal em seu entorno de 31,34 %, com uma ocorrência média de 26 espécies arbóreas nativas e índice de diversidade de 3,44 para essa categoria de espécies, sendo esse índice significativamente inferior ao dos módulos agroecológicos. Em amostras de 20 plantas de tomate por cultivo, nas áreas experimentais, não foram constatadas a ocorrência de viroses; uma única espécie causadora de doença fúngica e um total de 4 espécies de insetos-praga foram identificadas. Os produtores convencionais comparados tiveram a ocorrência de 11 espécies de doenças fúngicas e bacterianas, com 1,4 plantas/ cultivo, em média, atacada por virose e 7 espécies de insetos fitófagos. Os dados mostraram que existe relação entre diversidade florestal e número de espécies de insetos-praga nos cultivos. Em uma análise de viabilidade socioambiental entre os cultivos experimentais e comparativos, foi identificada uma maior taxa de risco, investimento, produtividade, volume de produção e prejuízos financeiros, bem como maiores impactos ambientais e sociais entre os cultivos de tomate convencionais comparativos. Os modelos experimentais com biodiversidade florestal em seu entorno se mostraram viáveis social e ambientalmente para utilização prática na agricultura familiar na região de Apiaí - SP.

Palavras-chave: Biodiversidade florestal; Ilhas de Alta Produtividade; Agroecologia; *Solanum lycopersicum*; Fitossanidade; Socioeconomia; Ecologia da paisagem

ABSTRACT

The influence of forest biodiversity in the occurrence of insect pests and diseases in tomato crops in the municipality of Apiaí-SP

The neotropical Atlantic Rain Forest (MA) is one of the most threatened natural environments of Brazil, with its original area now greatly reduced by human actions. Agricultural activities are included among the impact factors in this biome, and inserted in the area with the MA is the region of Apiaí – SP producer of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) table, a culture characterized by its nutritional importance and also responsible for significant environmental impacts due to the use of agrochemicals, deforestation and poor working conditions. Due to infestation by insect pests and plant diseases this crop is considered one of the most demanding in cultivation requirements such as constant spraying and general use of agrochemicals. This work seeks to expand the knowledge about the functions that forest biodiversity can perform as a tool to assist the cultivation in the control of phytophagous insects and diseases in tomato crop. In the district of Apiaí – SP, from 2008 to 2010, five modules have been installed for experimental cultivation of tomato in the agroecologic model called Islands of High Productivity (IAPs), in places where forest biodiversity is an element current around. The biodiversity in the surrounding forest to a distance of 300 m in the directions N, S, E, W, the occurrence of insect pests and diseases and also the economic viability and environmental impact were analyzed in each module of cultivation. The results were compared to the same data collected from five other conventional crops in the same ecological region which cultivated similar varieties in the same period in environments with less native forest biodiversity in their environment. The experimental agroecologic modules showed an average area of Atlantic Forest cover around 43.82%, with an average occurrence of 46 native tree species with Sannon's diversity index of 3.87 for these species. The conventional modules had 31.34% of atlantic forest cover, with an occurrence of 26 native tree species with Shannon's diversity index of 3.44 being this value significantly lower than the agroecological modules. In the experimental areas, with sampling of 20 tomato plants/ cultivation, were not identified any occurrence of viruses but only a single species causing fungal disease and a total of four species of insect pests. The conventional producers had the occurrence of 11 species of fungal and bacterial diseases, with 1.4 plants/ crop on average attacked by virus and 7 species of phytophagous insects. The data showed that there are relationship of forest biodiversity and number of species of insect pests in crops. In analysis of economic and socio-environmental viabilities between the experimental and comparative cultivations, it was identified a higher rate of risk, investment, productivity, production volume and financial losses, as well as higher environmental and social impacts of the conventional tomato cultivations. The agroecologic experimental models with higher forest biodiversity around have proved being socially and environmentally viable for practical use in family farming in the region of Apiaí - SP.

Keywords: Forest biodiversity; Islands of High Productivity; Agroecology; *Solanum lycopersicum*; Plant health; Socioeconomics; Landscape ecology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cobertura vegetal do Município de Apiaí – SP, indicando os locais dos cultivos acompanhados.....	27
Figura 2- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A1-3.....	46
Figura 3- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A2.....	47
Figura 4- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A4.....	48
Figura 5- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A5.....	49
Figura 6- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C1.....	50
Figura 7- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C2.....	51
Figura 8- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C3.....	52
Figura 9- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C4.....	53
Figura 10- Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C5.....	54

- Figura 11- Número de espécies vegetais amostradas no entorno de cultivos de tomate (300.000 m²) agroecológicos experimentais e convencionais comparativos no município de Apiaí-SP56
- Figura 12- Número de indivíduos vegetais amostradas no entorno de cultivos de tomate (300.000 m²) agroecológicos experimentais e convencionais comparativos no município de Apiaí-SP56
- Figura 13- Número total de espécies de pragas e doenças identificadas nos cultivos sob manejo agroecológico experimental e convencional comparativo.....59
- Figura 14- Correlação linear entre a Biodiversidade Florestal arbórea (A) ou biodiversidade vegetal (B) e as espécies de insetos-praga em cultivos experimentais e comparativos convencionais de tomate em Apiaí – SP.....66
- Figura 15- Custo total de produção de tomate em cultivos agroecológicos experimentais e convencionais comparativos na região de Apiaí-SP.....68
- Figura 16- Distribuição dos custos da produção de 1000 plantas de tomate em cultivos agroecológicos experimentais e convencionais comparativos na região de Apiaí-SP.....68
- Figura 17- Renda líquida média em cultivos de tomate em sistema orgânico e convencional em Apiaí-SP.....69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Localização (latitude, longitude), altitude, área cultivada, número de plantas e época de semeadura de tomate, variedade Débora, em 5 módulos experimentais de cultivo agroecológicos no município de Apiaí-SP, bairro Caximba.....	38
Tabela 2- Localização (latitude, longitude), altitude, área cultivada, número de plantas e época de semeadura de tomate, variedade Débora Max, em 5 módulos convencionais na região de Apiaí-SP, bairro Encapoeirado.....	39
Tabela 3- Caracterização da biodiversidade florestal no entorno (300.000m ²) de cultivos de tomate agroecológicos experimentais e convencionais comparativos no município de Apiaí-SP.....	55
Tabela 4- Índices de Diversidade de Shannon (H') e número de espécies para categorias de diferentes estratos vegetais no entorno (300.000 m ²) de cultivos de tomate em sistemas de manejo agroecológicos experimentais e convencionais comparativos.....	57
Tabela 5- Número médio de insetos-praga em cultivos de tomate em sistemas de manejo agroecológico experimental e convencional comparativo no município de Apiaí-SP.....	59
Tabela 6- Ocorrência de doenças bacterianas e fúngicas em cultivos de tomate em sistemas agroecológico experimental e convencional comparativo na região de Apiaí-SP.....	63
Tabela 7- Severidade da infestação (% de área foliar afetada) por <i>Phytophthora infestans</i> em plantas de tomate (%) em cultivos agroecológicos experimentais e convencionais comparativos.....	65

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica no Brasil, principalmente pelo volume de produção e geração de empregos, sendo reconhecido como de suma importância na alimentação da população brasileira (EMBRAPA, 1992). Segundo pesquisas da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (2010), o tomate representa cerca de 16% do PIB gerado pela produção de hortaliças no Brasil.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), a área plantada de tomate no país, em 2008, foi de 61 mil hectares, com produção de mais de 3 milhões de toneladas, sendo a espécie mais expressiva ao representar 20% do total de hortaliças produzido. Nesse mesmo ano, a produção de tomate no Brasil foi responsável pela geração de 610 mil empregos (IBGE, 2009).

Uma das características da produção do tomate no Brasil é a migração da cultura em busca de novas áreas, devido, principalmente, à ocorrência de problemas fitossanitários que inviabilizam a produção em determinado local. É comum encontrar áreas com histórico de abandono do local de cultivo por períodos longos, mais de 20 anos, para “descanso” e eliminação de agentes patogênicos do solo, principalmente bactérias. Após as áreas de cultivo de tomate serem abandonadas, as mesmas são ocupadas com pastagens e lavouras anuais como forma de “aproveitar” os fertilizantes e agrotóxicos ainda presentes no agroecossistema, sem, no entanto, ser realizada nenhuma atividade de restauração florestal.

A cultura do tomate é de ciclo curto, sendo intensamente mecanizada e pulverizada, com manejo difícil devido ao grande número de insetos-praga e doenças fúngicas, bacterianas e virais que ocorrem durante seu ciclo. Em decorrência do fato de ser extremamente exigente em condições climáticas, ambientais e edáficas, o cultivo do tomate na região de Apiaí-SP é realizado prioritariamente em áreas recém desflorestadas, com a finalidade de aproveitar, principalmente, a estruturação do ambiente e dos solos, sua drenagem e capacidade supressiva às doenças. Nessas condições, a cultura apresenta incidência de doenças muito baixa, mesmo quando o patógeno é introduzido, a planta é suscetível e as condições climáticas são favoráveis à sua ocorrência (RAGASSI, 2009)

O município de Apiai – SP, intitulado o portal da Mata Atlântica, está totalmente inserido no Bioma Atlântico, tendo as suas florestas classificadas como ombrófilas semidecíduais de altitude, com presença de Araucárias (*Araucaria angustifolia*) (VELOSO, 1992). Neste município, encontra-se um dos principais centros de produção de tomate de mesa do estado, sendo a base desta cadeia produtiva composta, principalmente, por agricultores familiares que têm no manejo desta cultura sua principal fonte de renda.

Devido à estratégia de manejo adotada pelos agricultores locais, a região de Apiaí tem sofrido intensa pressão de desmatamento, apresentando grande fragmentação florestal em locais onde se concentram os pólos produtivos.

Atualmente, o panorama é de perdas crescentes do componente florestal, o que implica em perda da biodiversidade local. Paralelamente a isso, observa-se o aumento da ocorrência de pragas e doenças na cultura do tomate, com incremento nos custos, trabalho e escala de produção. Segundo Gravena (2003), a ocorrência e o aumento do número de pragas e doenças em cultivos podem estar relacionados às perdas da biodiversidade nativa e, conseqüentemente, de nichos para predadores naturais destes agentes nocivos. Este cenário gera um círculo de degradação que, normalmente, se quebra com a extinção dos recursos produtivos locais, tendo como resultado final a criação de ambientes degradados e comunidades empobrecidas.

Visando reverter esta situação real e recorrente em diferentes sistemas agrícolas, têm se buscado, nas últimas décadas, estratégias sustentáveis de produção de alimentos ou modelos agroecológicos de produção.

As estratégias de cultivo agroecológico preconizam que o ambiente onde estejam inseridos os cultivos seja “equilibrado” de forma a manter as características supressivas aos herbívoros e agentes patógenos que, podendo ou não estar presentes no ambiente, não causarão infestações significativas ou doenças nas culturas agrícolas em situações onde exista equilíbrio na cadeia alimentar. Alguns modelos agroecológicos pretendem a busca do equilíbrio de cadeias biológicas entre insetos fitófagos e seus predadores naturais, através de técnicas de consórcio entre os cultivos de interesse e espécies vegetais companheiras que auxiliarão na dispersão de predadores e promoverão demais serviços de interesse para o bom desenvolvimento da

cultura desejada. Entretanto, devido às características já citadas da cultura do tomate de mesa e seu respectivo manejo, a necessidade de consórcio interno com outras espécies vegetais se mostra incômoda aos agricultores.

No estado do Acre, foram desenvolvidos modelos de cultivo para seringueiras (*Hevea brasiliensis*) em pequenos módulos de cultivo inseridos em ambientes florestais (KAGEYAMA et al., 2002). Esses modelos preconizam com sucesso que pequenas populações desta espécie, a qual em grandes cultivos é suscetível e dizimada pelo fungo *Microcyclus ulei*, causador do mal-das-folhas, podem ter seu manejo viabilizado por meio do isolamento conferido pela estrutura florestal como proteção a agentes patogênicos.

Com finalidade de oferecer um panorama mais sustentável para a produção de tomate e renda para os produtores da região de Apiaí-SP, bem como a possibilidade de incremento e manutenção do componente florestal nesta região, desenvolveu-se o sistema de cultivo experimental de produção de tomate em Ilhas de Alta Produtividade (IAPs). Esse sistema consiste em manejar pequenas populações de tomateiros, sob princípios agroecológicos, em escala economicamente viável, em ambientes que tenham pelo menos 300 metros de distância de outros cultivos semelhantes, os quais devem ser separados entre si pelo componente florestal.

Com base na hipótese acima, admitiu-se neste trabalho que o panorama insustentável de fragmentação florestal atrelada ao alto uso de agrotóxicos, poderia ser modificado com o emprego de técnicas de cultivo em IAPs. Nesse novo panorama proposto, a manutenção dos serviços ecológicos proporcionados pelo componente florestal provoca menores índices de doenças e infestação de insetos-praga na cultura do tomate, diminuindo o uso de fungicidas e inseticidas. Dessa forma, aumenta-se a economicidade da cultura, o que pode acarretar em menores índices de desflorestamento e maior conservação de recursos hídricos, além de incremento nos lucros e melhoria das condições de trabalho e saúde para os produtores rurais.

Esta pesquisa foi realizada com objetivo de avaliar a influência da biodiversidade florestal sobre a ocorrência de insetos-praga e doenças em dois sistemas diferenciados de manejo do tomate no município de Apiaí-SP: cultivo

experimental em Ilhas de Alta Produtividade (IAPs) e cultivo convencional realizado por produtores locais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceito de Biodiversidade

Nas últimas décadas e, principalmente a partir da década de 1980, a humanidade como um todo têm mostrado o surgimento de uma maior conscientização sobre a necessidade da manutenção do meio ambiente e dos ecossistemas naturais.

Grelle et al. (2009), indicam que a partir da década de 90, mais de 380 artigos foram publicados com a temática da Biologia da Conservação no Brasil, sendo a maioria dos temas relacionados a conservação da Biodiversidade nos ambientes de Mata Atlântica e Amazônia.

Diversas definições para o termo “biodiversidade” foram propostas no decorrer destas décadas. A utilização e a expansão do conhecimento deste conceito tiveram início a partir da década de 1980, com pioneirismo de Lovejoy (1980). Neste estudo, Lovejoy revisou vários sistemas ambientais e globais considerando a energia, as populações humanas, a economia e os recursos florestais globais e as consequências de sua exploração, tais como mudanças climáticas e estimativas de extinção de espécies. Foram escritos temas a respeito da diversidade biológica, criando formalmente uma expressão para definir o número de espécies presentes.

Norse; McManus (1980 apud JEFFRIES, 1997; HARPER; HAWKSWORTH, 1995), que colaboraram com o Conselho da Qualidade Ambiental da Casa Branca, no capítulo 11 do Relatório Anual do Conselho de Qualidade Ambiental, também durante o mandato do Presidente J. Carter examinam a biodiversidade global e a definem com conceitos relacionados, como Diversidade Genética e Diversidade Ecológica, colocando a Diversidade Ecológica no mesmo nível da riqueza de espécies, em referência ao número de espécies em uma comunidade de organismos (JEFFRIES, 1997).

Em ambas as publicações (JEFFRIES, 1997; HARPER; HAWKSWORTH, 1995), a biodiversidade foi discutida em uma escala global, relacionada com temas mais amplos e não somente com o aspecto biológico. Tendo a importância da biodiversidade atual e potencialmente, reconhecida como a atividade dos ecossistemas

naturais, provindo o que agora se denomina serviços ou funções vitais para a saúde do Planeta Terra, deixa claro nestes documentos que a biodiversidade não devia ser vista unicamente como um objeto de estudo da biologia (JEFFRIES, 1997).

Atualmente os conceitos de Biodiversidade consideram a presença das espécies bióticas e as complexas relações ambientais e sociais que envolvem a manutenção destes componentes. Estas relações, principalmente pela influência das atividades antrópicas, atualmente são apontadas como sendo uma das principais causas de perda de biodiversidade (EHRlich, 1997).

Segundo Wilson (1997) as florestas tropicais se configuram como as principais áreas de concentração de Biodiversidade, tendo apenas 7% da cobertura total do planeta e contendo mais da metade das espécies da Biota mundial.

2.2 A Biodiversidade Florestal Atlântica

A biodiversidade florestal é freqüentemente citada como sendo uma estrutura ou uma forma de sistema vegetal complexo que age e têm efeito positivo e regulador sobre diversas funções ambientais benéficas às praticas da agricultura e silvicultura (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003). Em contrapartida existem exemplos que colocam a biodiversidade florestal e sua manutenção como sendo um fator de risco e entrave ao desenvolvimento e produção na agricultura, apontando para o fato de que a biodiversidade florestal, suas características e funções, devem ser mais bem estudadas quanto à sua contribuição para as práticas agropecuárias (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

Dados da FAO do ano de 2005 apontam para a perda anual de aproximadamente 9,38 milhões de hectares de florestas nativas em todo o mundo, sendo que entre os anos de 1990 e 2005 foram desflorestados 64 milhões de hectares de florestas (FAO, 2007) em toda América do Sul, tendo o Brasil como líder destes índices.

Estima-se que as florestas da América Latina contenham a maior biodiversidade vegetal arbórea do planeta, abrangendo mais de 1000 espécies, e também o maior número de espécies arbóreas consideradas ameaçadas ou vulneráveis à extinção (FAO, 2007). Segundo Dean (1996), as estruturas florestais nativas são co-responsáveis por amparar e fornecer subsídios para o desenvolvimento urbanístico e agrícola de toda a nação brasileira (e outras), pelo uso e exploração dos seus recursos ao longo dos quinhentos anos de história de colonização do Brasil.

Um dos biomas alvo dos desflorestamentos no Brasil é a floresta denominada Mata Atlântica, que também é um dos mais ameaçados do planeta, tendo sua área drasticamente reduzida a 7% da original em poucos séculos de ocupação deste território (SOS MATA ATLÂNTICA, 2010). Boa parte da ocupação social do Brasil se concentra e está sobreposta sobre a área original de domínio do bioma Atlântico, cuja cobertura original era de aproximadamente 15% de todo o território nacional e que, sem as suas características sistêmicas mantidas, representa grande perda de biodiversidade para todo o planeta.

Neste bioma encontram-se aproximadamente 260 espécies de mamíferos, 1020 espécies de pássaros, 197 de répteis, 340 de anfíbios e 350 peixes, além de incontáveis espécies de insetos e demais invertebrados, bem como outras centenas de espécies vegetais endêmicas (RBMA, 2010). Heyer et al. (1988) registram a suposta extinção de espécies de anuros (Amphibia: Anura) na região da Mata Atlântica localizada no *continuum* de Paranapiacaba devido à ação humana, e evidencia que a velocidade de degradação deste ambiente pela ação antrópica é muito maior que a capacidade de pesquisadores e cientistas de registrar e catalogar as espécies e relações ecológicas contidas nestes ecossistemas.

No Brasil, o decréscimo da mata atlântica e sua exploração estão associados ao desenvolvimento urbano, ao extrativismo predatório e a agricultura de monocultivos desde tempos coloniais (SMITH et al., 2008).

Frequentemente a agricultura e a pecuária se colocam como frentes de impacto sobre as florestas nativas, acarretando redução e fragmentação sobre as áreas ocupadas por estes biomas, causando extinção de espécies e de nichos ecológicos

(ODUM, 2007) e impactos profundos sobre a função e manutenção destas estruturas naturais.

Nas últimas décadas, surgiram trabalhos importantes que demonstram a necessidade da preservação de todos os biomas nacionais e que, muitas vezes, culminam em ações significativas por parte dos Governos e Sociedade, como a aprovação de leis e a criação de Áreas Protegidas (DF 750/93; LF 9.985/2000).

A criação de Áreas Naturais Protegidas, (LF 9.985/2000) e o desenvolvimento de instrumentos legais para a proteção das matas são algumas das estratégias utilizadas para a proteção ambiental do bioma Mata Atlântica, consideradas grandes avanços na conservação do mesmo.

Altieri (2000) estima que existam mais de 16 milhões de famílias de pequenos agricultores em toda América Latina, e coloca estas pessoas como co-responsáveis pelas práticas predatórias sobre a biodiversidade nativa, porém aponta para a contribuição significativa que este grupo pode realizar para a conservação ambiental no caso de passarem a adotar técnicas de produção e manejo agrícola integradas e sinérgicas aos ecossistemas locais.

Diegues (1996a) discute, em *O mito moderno da Natureza Intocada*, que muitas vezes o comportamento de comunidades tradicionais e de grupos que habitam e necessitam diretamente dos recursos nativos de matas como a Atlântica, pode ser agente de proteção destes ecossistemas.

Em outro artigo, Diegues (1996b) defende que a conservação de Áreas Naturais Protegidas e dos Ecossistemas Nativos, deve vir aliada a um pacto socioambiental, onde tenhamos os ambientes naturais preservados e fornecendo serviços e subsídios para a manutenção de comunidades humanas, as quais, por sua vez, podem ser ativamente parceiras da proteção destas áreas, aliando produtividade agrícola e manejo extrativista com a conservação ambiental.

2.3 As regiões de Apiaí e do *continuum* de Paranapiacaba-SP

A história de Apiaí, remonta ao início do período colonial (século XVIII), quando a região foi explorada por suas reservas de ouro e como ponto de passagem para tropas de cavaleiros vindos do sul do País.

Atualmente o município se intitula o Portal da Mata Atlântica, por ser considerada uma região onde a Floresta Atlântica atinge altos índices de preservação e em grandes fragmentos (Figura 1).



Figura 1 - Cobertura vegetal do Município de Apiaí – SP, indicando os locais dos cultivos acompanhados

Ao analisar os mapas de cobertura vegetal da área do município, podemos notar que os maiores remanescentes florestais encontram-se na região leste e sudoeste do município. Nestas regiões, estão localizados o Parque Estadual Turístico Alto Ribeira – PETAR, Unidade de Conservação de Proteção Integral considerada uma das áreas com maior biodiversidade em Mata Atlântica, com riquíssimo patrimônio

natural (SMITH et al., 2008) e área superior a 35. 700 mil hectares (SÃO PAULO, 2010).

Outro remanescente importante na região é uma área anexa ao PETAR, chamada antigamente de Fazenda Vitória, com aproximadamente 7.700 hectares, sendo atualmente local do Assentamento Rural e Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) “Edson Luis David de Macedo”.

Próximo a estas áreas no município de Apiaí, podemos apontar a presença do Parque Municipal Natural “Morro do Ouro”, criado em 2003, com área superior a 540 hectares (SHIMADA, 2008). Este parque é considerado um remanescente importante para manter a qualidade das águas e nascentes que abastecem o município e garantir uma das maiores áreas verde periurbanas do Estado de São Paulo.

Desta forma, estas áreas somadas totalizam mais de 44.000 hectares de florestas contínuas, o que caracteriza um mosaico de áreas protegidas de grande importância para a conservação da Mata Atlântica por possuir diferentes formações deste Bioma, como por exemplo, a Floresta Ombrófila Densa de Altitude com presença de Araucárias e a Floresta Ombrófila Densa sobre Carste (VELOSO, 1992).

Este mosaico de áreas protegidas que circunda o município de Apiaí pelos lados nordeste, leste e sudeste, se soma ao *continuum* de Paranapiacaba, área designada pela junção dos Parques Estaduais Turísticos Alto Ribeira, Intervalles e Carlos Botelho e da Reserva Ecológica de Xitué. Juntas somam mais de 150.000 hectares em áreas protegidas, o que consolida, junto com todas as demais áreas incluindo o Mosaico de Jacupiranga e as unidades de conservação de uso sustentável, como os Quilombos do Médio Ribeira e a Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar, o maior remanescente de Mata Atlântica do Brasil.

No município de Apiaí temos, historicamente, a presença de um forte componente em agricultura familiar, estimando que dos seus mais de 25.700 habitantes (IBGE, 2009), 10. 514 pessoas estejam habitando as zonas rurais e tendo basicamente as praticas agrícolas de cultivos anuais e a pecuária como fonte de renda e subsistência (IBGE, 2001) (Anexo A).

2.4 O panorama da frente de desmatamento na região de Apiaí-SP

Em suas faces norte e oeste, o Município de Apiaí, têm uma grande frente de desflorestamento, com a presença de grandes concentrações de maciços em reflorestamento e a utilização de diversas áreas pequenas em cultivos intensivos agrícolas e pastagens. Esta região localiza-se sob o domínio da cobertura Florestal Atlântica (DF 750/93 e RESOLUÇÃO CONAMA 10/1993), considerada uma das formações florestais mais ricas em diversidade, tendo um panorama de ocupação e desflorestamento semelhante ao de outras regiões e biomas do País (RBMA, 2010). Desta forma podemos citar as praticas locais agrícolas na região de Apiaí – SP, como sendo um fator de impacto e diminuição de biodiversidade nos ambientes ocupados originalmente por formações florestais.

2.5 A cultura do tomate e sua presença na região de Apiaí

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das mais importantes hortaliças consumidas e cultivadas em todo o mundo e que compõe a culinária típica de diversas etnias do planeta, ocupando o primeiro lugar em volume de produção de hortaliças no Brasil (SILVA et al., 2003; SILVA; LOPES; MAGALHÃES, 2010). Devido à diversidade de formatos, tamanhos, cores e sabores, o tomate possui ampla versatilidade de uso (CONSUEGRA et al.; 2000)

Como citado por Silva et al. (2003), é a cultura olerícola mais importante do Brasil, sendo cultivada em todas as regiões do país, e adquiriu, a partir da década de 50, importância na região sudeste e no Estado de São Paulo. Este cultivo é responsável pelo emprego direto de mais de 200 mil pessoas no país (TAVARES, 2003).

Segundo Barbieri; Stumpf (2008), o cultivo de tomate é diferenciado devido a diversas características favoráveis, o que inclui propriedades nutricionais como a presença de carotenóides (SILVA et al., 2003), vitamina C, potássio, além de ter ação comprovada na prevenção do câncer de próstata, doenças vasculares e danos oculares causados por raios UV (FAGUNDES et al., 2005).

Suas propriedades anticancerígenas e antiaterogênicas (alterações na deposição de gordura nas artérias) são, segundo Agarwal; Rao (2000 apud

BARBIERI; STUMPF, 2008), devido a presença do licopeno, um carotenóide com propriedades antioxidantes.

Os tomates cultivados com finalidade de consumo in-natura, ou de mesa, são considerados de crescimento indeterminado (RICK, 1995) e necessitam de tutoramento e colheita de manual e escalonada, sendo que os tomates para processamento industrial são de hábito determinado e rasteiro, tendo os frutos utilizados na agroindústria (BARBIERI; STUMPF, 2008).

Segundo Barbieri e Stumpf (2008), uma das dificuldades na produção do tomate de mesa é a sua perecibilidade, o que força a comercialização em curto prazo de tempo, sendo uma das culturas com um dos maiores índices de perdas pós-colheita, decorrentes principalmente do manuseio inadequado na colheita e transporte.

Atualmente, os produtores de tomate de mesa têm optado por variedades chamadas longa-vida, que, por manterem o pericarpo dos frutos firmes por mais tempo, incrementam significativamente sua conservação pós-colheita, o que permite o transporte entre regiões mais distantes (PIERRO, 2002).

O tomateiro é um vegetal originário no território entre o Equador, Chile, Oceano Pacífico e Cordilheira dos Andes, em locais de precipitação moderada e com temperaturas médias em torno de 15° a 19°C (SILVA et al., 2003). A espécie cultivada, *Solanum lycopersicum*, originou-se da espécie silvestre andina *Solanum cesariforme*, que produz frutos do tipo cereja (RICK, 1995).

O tomate foi domesticado na região do México, fora de seu local de origem, para onde foi levado em tempos pré-colombianos por rotas de comércio entre povos andinos e mexicanos. Na região de domesticação, seu cultivo era praticado em consórcio com plantas de milho, feijão e abóbora (CONSUEGRA et al., 2000).

Com a chegada dos colonizadores espanhóis no México, estes encontraram o tomate sendo consumido amplamente pela população local, e levaram-no para a Europa, onde foi difundido em vários países como Inglaterra, Itália e Espanha. No entanto, por muito tempo, o tomateiro foi considerado uma planta ornamental, vindo a ter seus frutos amplamente consumidos apenas por volta do século XIX (RICK, 1976).

No Brasil, a introdução do tomate ocorreu por imigrantes europeus no final do século XIX (ALVARENGA, 2004).

Na região de Sorocaba, nos municípios de Guapiara e Apiaí – SP, o cultivo de tomate iniciou-se na década de 50 (MINAMI, 1980), sendo, até os dias de hoje, a região produtora de tomate de mesa mais importante do Estado de São Paulo.

Devido ao município de Apiaí apresentar um período de inverno com ocorrência de geadas, o cultivo do tomateiro na região se dá entre os meses de agosto a março, tendo, pelo seu clima subtropical de altitude com características temperadas, as melhores condições para o desenvolvimento do tomateiro (FILGUEIRA, 1972). Apesar destas condições geográficas e ambientais na região serem, em sua maior parte, favoráveis à cultura do tomate, a pluviosidade média anual encontra-se acima das recomendações ideais para esta cultura, o que, por exemplo, possibilita o cultivo comercial somente com a adoção de métodos de controle da requeima (*Phytophthora infestans*) (MINAMI, 1980).

Neste município, temos a cultura do tomate como sendo uma das principais estratégias de produção da agricultura familiar, por adequar-se ao perfil e densidade da ocupação deste território. Segundo dados do Sindicato Rural de Apiaí, foram cultivados durante a safra de 2009, mais de um milhão de plantas desta espécie. A maior parte da produção é disponibilizada por agricultores familiares que, em acordo com empresários ou comerciantes locais, têm suas lavouras financiadas em conjunto com a obrigação de fornecer sua safra para o parceiro a preços flutuantes dependentes dos picos de comercialização do CEASA - SP.

No sistema convencional de cultivo de tomates, tem se notado um aumento significativo na ocorrência de pragas e doenças destas lavouras (PRIMAVESI, 1988), o que tem forçado boa parte dos agricultores locais, que adotam esse sistema de cultivo, a investirem grandes somas de capital em agrotóxicos e recursos humanos para manter sua produtividade.

O tomate é tradicionalmente um cultivo com grande vulnerabilidade à ocorrência de pragas e doenças tendo, em sua lista de patógenos, mais de 30 possíveis tipos de enfermidades (KUROZAWA; PAVAN, 2005) e 15 insetos-praga potenciais (GALLO et al., 2002).

Atualmente, um produtor convencional do município de Apiaí – SP submete sua lavoura a uma media aproximada de 36 pulverizações de produtos químicos em conjunto por ciclo (TOMAS et al., 2009), o que torna a cultura do tomate um dos mais caros e contaminantes sistemas agrícolas, tanto para o meio ambiente, quanto para as pessoas que estão envolvidas em sua produção e consumo.

De forma recorrente, temos visto produtores locais colhendo grandes safras de tomate e vendendo aos mercados urbanos, porém enfrentando prejuízos financeiros devido aos altos custos de produção e aos baixos preços obtidos, como citado por um técnico agrícola local em entrevista: “Há décadas os produtores não conseguem um bom lucro com a produção do tomate”.

2.6 A criação e o desenvolvimento de alternativas sustentáveis para a conservação da Mata Atlântica e da Socioeconomia da agricultura familiar regional

Nas ultimas décadas, a partir da revolução verde, notamos um aumento nos estudos e desenvolvimento de técnicas agrícolas, transmitidas aos agricultores, e que pregam a utilização de insumos sintéticos e químicos para a manutenção dos níveis de fertilidade dos solos e o controle e prevenção da ação de insetos-praga e doenças. Nestes pacotes tecnológicos, podemos notar a proposta de substituição dos ambientes florestais em favor de áreas cultivadas, que, após o manejo inicial, permanecem sem a biodiversidade florestal nativa e serão destinadas a um ciclo de rotações de culturas prioritariamente com pastagens e cultivos anuais e perenes. Este modelo tecnológico levou, nas ultimas décadas, a um “afastamento” do conhecimento e utilização dos ambientes florestais por parte de técnicos e agricultores, que neste período vêm deixando de utilizar, parcial e progressivamente, estes ecossistemas florestais em beneficio da produção agrícola (ALTIERI, 2002).

Neste contexto, tendo de um lado produtores rurais que vêm enfrentando em suas atividades um aumento dos custos de produção devido ao aumento de insetos-praga e doenças em seus cultivos, e de outro lado quedas drásticas nos índices de cobertura florestal e da biodiversidade nativa nesta região, surge a questão se os indicadores destas duas situações poderiam possuir uma relação direta de interação.

Nos últimos anos, esta situação tem se evidenciado em diferentes pólos de produção agrícola, o que vêm ocasionando o surgimento de diversas iniciativas em buscar o desenvolvimento de técnicas mais sustentáveis de cultivo.

Em paralelo, notamos o crescimento de uma preocupação em toda a sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com agrotóxicos, resultando na presença de segmentos de mercado que buscam produtos diferenciados, livres de agrotóxicos e praticados em cultivos socioambientalmente sustentáveis (BETTIOL; GHINI, 2003).

Neste sentido, podemos citar algumas estratégias bem sucedidas em manter a produtividade agrícola com patamares baixos de insumos e custos de produção, utilizando serviços biológicos e ambientais, como por exemplo, alguns modelos de sistemas agroflorestais, como o projeto RECA (SILVA, 2006) entre outros (VIVAN, 2003) e as estratégias de Ilhas de Alta Produtividade, as quais preconizam pequenos núcleos de cultivo isolados entre si pelo componente florestal, testados e em fase de produção pelo Brasil e pelo mundo.

Lutzemberger (2002) cita que mudanças do manejo com uso de agroquímicos para o manejo nutricional agroecológico de pomares de laranja ocasionaram a supressão das características patogênicas da bactéria *Xanthomonas citrii*, causadora do cancro-cítrico, que se manteve no ambiente mas não se manifestou como agente infeccioso na cultura.

Kageyama et al. (2002) demonstram a possibilidade de obter produtividade e sanidade em seringueiras cultivadas em sistema de Ilhas de Alta Produtividade no Estado do Acre, com plantas saudáveis, sem necessidade de controle de pragas e doenças, em áreas inviáveis para o cultivo em larga escala devido à ocorrência do agente causal do mal-das-folhas, principal responsável pelo insucesso de cultivos comerciais na Amazônia (MATTOS et al., 2003). Nestes sistemas agroflorestais e em IAPs, as estratégias apontam para um cultivo em menor escala que os convencionais, preconizando, basicamente, o manejo agroecológico e o consórcio com diversas espécies arbóreas, embasadas pela substituição dos insumos sintéticos por promotores biológicos e naturais da regulação e manutenção da produtividade agrícola.

A atuação do agricultor familiar envolve diversas funções, como a produção de alimentos e serviços ambientais e culturais, comprovando a multifuncionalidade do seu papel socioambiental, podendo, desta forma, como citado por Diegues (1996b), representar um agente potencial para auxiliar no desenvolvimento de mecanismos que venham a impedir ou minimizar a perda da biodiversidade nativa e Atlântica.

Com a integração de dinâmicas sociais, motivando inovações, e o desenvolvimento de modelos agroecológicos de produção, independentemente da construção da credibilidade destas técnicas no mundo acadêmico, grupos de pequenos produtores rurais, historicamente marginalizados, vêm sendo geradores de seus próprios benefícios voltados para a conservação dos ecossistemas em que vivem e produzem.

Considerando a hipótese que a biodiversidade florestal pode ser um importante e efetivo instrumento promotor de fitossanidade em cultivos agrícolas, o presente trabalho tem como objetivo testar a eficiência do modelo agroecológico experimental em Ilhas de Alta Produtividade para cultivo de tomate, analisando a utilização do componente florestal como um instrumento para a regulação da ocorrência de insetos-praga e doenças. Para isso, foram analisadas a ocorrência e severidade de doenças, bem como a população de insetos-praga, em cultivos de tomate, no município de Apiaí-SP, em sistemas de manejo agroecológico experimental em IAPs e convencional comparativo, em ambientes caracterizados com alta e baixa diversidade florestal seu entorno, respectivamente. Durante a condução dos cultivos, foram levantadas informações financeiras e socioambientais para geração de indicadores de viabilidade socioeconômica dos modelos experimentais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Proposta Experimental

Buscando o cumprimento da função da pesquisa voltada a construção do pensamento social (FREIRE, 2004), o projeto foi conduzido em situações reais de campo, com participação e apoio de agricultores locais e familiares do município de Apiaí – SP, onde foram desenvolvidos módulos experimentais de cultivo de tomate em sistema de manejo agroecológico em 5 propriedades locais com predomínio do componente florestal Atlântico em seu entorno. Concomitantemente à condução dos cultivos experimentais, acompanhou-se também o cultivo da cultura em sistema de manejo convencional em 5 propriedades na mesma região, com condições socioambientais semelhantes, que consistiram em referencial comparativo para os indicadores analisados.

Todos os 10 cultivos, 5 agroecológicos e 5 convencionais, tiveram seus entornos analisados quanto à biodiversidade vegetal e cobertura florestal. Em cada cultivo, foi determinada a ocorrência de insetos-praga e doenças, para comparação entre os módulos de manejo agroecológico e convencional, bem como verificar a relação entre biodiversidade vegetal no entorno e ocorrência de pragas e doenças.

Paralelamente à condução dos cultivos, foram levantadas informações sociais e econômicas para embasarem a geração de indicadores sobre a viabilidade socioambiental e econômica nos dois sistemas de manejo, relacionando com a aplicabilidade prática do uso da biodiversidade florestal como instrumento auxiliar da produção agrícola em cultivos de tomate de mesa.

3.2 Descrição dos modelos experimentais propostos

Os locais de implantação dos módulos experimentais de cultivo agroecológico, bem como os módulos comparativos de cultivo convencional, foram escolhidos considerando semelhantes condições edáficas, climáticas e sociais, tendo os insumos utilizados durante o cultivo, a forma de manejo e a biodiversidade florestal no entorno das lavouras como diferenciais.

Ao longo de dois anos, participaram deste projeto um total de 10 produtores de tomate no município de Apiaí – SP.

3.2.1 Módulos experimentais de cultivo agroecológico com alta biodiversidade florestal no entorno

O acompanhamento técnico dos produtores responsáveis pela condução dos módulos experimentais foi dado por estudantes e Engenheiros Agrônomos, vinculados ao Projeto de Desenvolvimento Agroecológico da Reforma Agrária (PPDARAF)/USP.

As recomendações técnicas dadas a estes produtores agrícolas têm base nos princípios da Agroecologia (GLIESSMAN, 2001) e da Agricultura Sustentável (PRIMAVESI, 1992), utilizando prioritariamente técnicas voltadas à interação dos cultivos com a Biodiversidade Florestal e o Manejo Ecológico de Pragas e Doenças (VIVAN, 1998; PRIMAVESI, 1988), como forma de possibilitar a regulação natural de insetos-praga e doenças nos cultivos. Os insumos utilizados, quando necessários, nos cultivos agroecológicos eram certificados e foram disponibilizados em quantidades iguais para os 5 produtores participantes do projeto.

O Assentamento Rural Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) - “Luiz David de Macedo”, localizado no bairro Caximba do município de Apiaí-SP é uma área com aproximadamente 7.700 hectares, tendo pelo menos 5.500 ha desta propriedade sob cobertura florestal Atlântica onde residem aproximadamente 83 famílias de agricultores (SANTOS et al., 2008).

Os produtores foram selecionados em assembléias coletivas da Associação de Produtores Rurais do Assentamento, utilizando métodos participativos e comunitários com foco conservacionista e organizativo (OOSTRUM, 1996; OOSTRUM; STIVEN, 1997).

O experimento teve duração de dois ciclos agrícolas durante os anos de 2008 e 2010, contando com a participação de dois agricultores deste assentamento no primeiro ano e três agricultores no segundo ano (Tabela 1).

Os produtores rurais assentados participantes do projeto experimental foram denominados de agricultores agroecológicos quando citados em conjunto, e suas áreas de cultivo classificadas como módulos experimentais agroecológicos.

Foi utilizado o princípio do cultivo em Ilhas de Alta Produtividade (KAGEYAMA et al., 2002) tendo a biodiversidade florestal como componente principal do entorno das culturas de tomate. Como citado por Altieri et al. (1981), a influência da biodiversidade do entorno tem amplitude de 40 metros da borda para o interior do cultivo, sendo este o critério utilizado para o dimensionamento dos módulos experimentais, que possuíram dimensões de aproximadamente 25 x 25 m e um total máximo de 1000 pés de tomate da variedade Débora, plantados em espaçamento 0,7 x 1,0 m (Tabela 1). A semeadura foi feita em bandejas acondicionadas em viveiros, e as mudas foram transplantadas com 45 dias após a semeadura.

A distância média entre os cultivos experimentais foi superior a 300 metros, tendo ao menos 3 km de distância de cultivos convencionais que poderiam interferir ou proporcionar contaminações por derivas de pesticidas e contaminações em cursos d'água.

Tabela 1 - Localização (latitude, longitude), altitude, área cultivada, número de plantas e época de semeadura de tomate, variedade Débora, em 5 módulos experimentais de cultivo agroecológicos no município de Apiaí-SP, bairro Caximba

	Módulos experimentais				
	A1	A2	A3	A4	A5
Propriedade	A1-3	A2	A1-3	A4	A5
Produtor	Zaqueu	Joaquim	Zaqueu	Toninho	Zé pinheiro
Latitude	24°27'38.41"S	24°28'36.48"S	24°27'38.41"S	24°27'41.52"S	24°28'09.68"S
Longitude	48°46'47.23"O	48°46'53.02"O	48°46'47.23"O	48°47'55.64"O	48°47'34.40"O
Altitude	900 m	880 m	900 m	930 m	930 m
Área cultivada	600 m ²	523 m ²	656 m ²	698 m ²	698 m ²
nº de plantas	860	750	940	1000	1000
Época de semeadura	Out/ 2008	Out/ 2008	Set/ 2009	Set/ 2009	Set/ 2009

3.2.2 Módulos comparativos de cultivo convencional com baixa biodiversidade florestal no entorno

O Bairro Rural do Encapoeirado é um local onde residem diversos produtores rurais familiares que se dedicam profissionalmente ao cultivo de tomate de mesa.

Devido ao histórico de ocupação no local e a prática intensiva agrícola, este bairro apresenta uma paisagem florestal fragmentada, altamente impactada pela pressão das atividades agrícolas.

Participaram do projeto dois produtores no ano de 2008, e três nos anos de 2009 e 2010, os quais foram denominados agricultores convencionais (Tabela 2).

Tabela 2 - Localização (latitude, longitude), altitude, área cultivada, número de plantas e época de semeadura de tomate, variedade Débora Max, em 5 módulos convencionais na região de Apiaí-SP, bairro Encapoeirado

	Módulos experimentais				
	C1	C2	C3	C4	C5
Propriedade	C1	C2	C3	C4	C5
Produtor	Sérgio Barbosa	Fazenda Reunidas	Ivo	Isaltino	Adão
Latitude	24°30'00.00"S	24°27'47.56"S	24°27'43.89"S	24°26'35.80"S	24°28'36.14"S
Longitude	48°48'01.00"O	49°00'52.62"O	48°55'08.80"O	48°54'47.73"O	48°55'3.95"O
Altitude	906 m	820 m	940 m	925 m	890 m
Área cultivada	34.998 m ²	13.298 m ²	6.998 m ²	8.398 m ²	24.498 m ²
nº de plantas	50000	19000	10000	12000	35000
Época de plantio	Out/ 2008	Set/ 2008	Set/ 2009	Set/ 2009	Set/ 2009

A semeadura foi feita em bandejas acondicionadas em viveiros, e as mudas foram transplantadas com 45 dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi de 0,7 x 1,0 m

O manejo agrícola adotado pelos produtores em locais com baixa biodiversidade florestal no entorno, prevê a utilização de insumos agrícolas para auxílio à produção, como adubos sintéticos, herbicidas, inseticidas, fungicidas entre outros.

Os produtores que atuam sob o manejo convencional de produção de tomate, têm acompanhamento técnico local, sendo seus cultivos observados e analisados de forma comparativa aos módulos experimentais propostos.

Os dados sobre a ocorrência de insetos e doenças foram obtidos em lavouras com efetivo controle destes indicadores e voltadas à otimização da produção.

3.3 Caracterização da cobertura florestal e da biodiversidade vegetal no entorno dos cultivos

As áreas de cultivo de todos os produtores envolvidos, tanto agroecológicos quanto convencionais, tiveram a presença do componente vegetal do seu entorno caracterizadas segundo metodologia construída e sugerida pelo grupo técnico e de pesquisadores do LARGEA/ESALQ/USP.

A análise da biodiversidade do componente florestal presente no entorno dos cultivos de tomate foi feita por amostragem em transectos lineares de comprimento de 300 metros cada um, nos sentidos Norte, Sul, Leste e Oeste, estabelecidos a partir do centro dos cultivos agroecológicos e, no caso dos cultivos convencionais, por serem maiores, a partir das bordas extremas em cada sentido.

Em cada transecto, foram marcados cerca de 6 pontos de amostragem com distância de 50 m entre cada ponto, em uma área total de aproximadamente 300.000 m² no entorno. As parcelas amostrais tiveram dimensões de 2x2 m, no caso de locais com componente vegetal herbáceo e arbustivo, e 5x5 m em locais com componente vegetal arbóreo, buscando garantir maior representatividade. Os pontos foram estabelecidos com auxílio de trenas, além de fotografadas e georreferenciadas (aparelhos de GPS, marca Garmin, Etrex) para posterior elaboração de mapas compostos com imagens de satélites.

Em cada parcela, foi feita coleta de todas as espécies vegetais, as quais foram mantidas em exicatas para posterior identificação no laboratório de Botânica da ESALQ/USP, o que permitiu a estruturação do panorama e perfil amostral da situação de cobertura florestal do entorno dos cultivos.

A frequência das espécies vegetais no entorno de cada cultivo (propriedade) foi calculada pelo número total de indivíduos em relação ao total de espécies encontradas.

Os resultados absolutos obtidos nas parcelas dos produtores experimentais e comparativos, relativos à Biodiversidade Florestal, foram convertidos em índices de Diversidade de Shannon (SHANNON, 1949), segundo a fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i ;$$

Onde H' = índice de Shannon; S = nº de uma espécie; p_i = abundância relativa de cada espécie (ocorrência da espécies/ total de espécies).

Foram calculados índices para cada categoria de espécies (nativas e exóticas) nos cultivos agroecológicos e convencionais, considerando a totalidade de espécies e indivíduos amostrados nas 5 propriedades. Os índices de diversidade foram comparados pelo teste t conforme proposto por Hutcheson (1970 apud ZAR, 2010).

Foram elaborados mapas situando os pontos amostrais e indicando as taxas de cobertura florestal nativa no perímetro amostrado do entorno dos cultivos de cada um dos 10 produtores, bem como tabelas e gráficos comparativos indicando a ocorrência e a frequência das espécies vegetais.

Para estimar a área de cobertura florestal no entorno de 300.000 m² de cada cultivo, foi utilizado o programa Google Pró.

3.4 Ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos agroecológicos e convencionais de tomate

Entre os anos de 2008 e 2010, foram acompanhados os cultivos de 10 produtores de tomate cujo manejo se diferenciava entre o modelo convencional com uso de agroquímicos e o modelo agroecológico sem utilização de insumos sintéticos.

As lavouras foram acompanhadas desde o período de transplante das mudas de tomate para o campo até a colheita. Foram feitas 3 avaliações mensais por ciclo da cultura, sendo a primeira 20 dias após o plantio das mudas, a segunda no início da frutificação (45 dias após o plantio) e a terceira durante a colheita, em aproximadamente 70 dias após o plantio.

Os acompanhamentos técnicos se deram de maneira semanal, quinzenal, ou mensal através de métodos diferenciados e adaptados a cada indicador da pesquisa.

A obtenção dos dados sobre estas ocorrências utilizou o método de coletas amostrais sendo selecionadas aleatoriamente a cada avaliação, 20 plantas em fase produtiva por cultivo que foram analisadas em toda a sua estrutura.

Os insetos fitófagos foram contabilizados em número de indivíduos por planta amostrada, utilizando lentes de aumento e anotações em fichas de campo,

sendo que os valores apresentados por produtor foram obtidos a partir da média aritmética da soma do número de insetos identificados por plantas amostradas dividido pelo total de plantas amostradas.

Devido ao fato dos frutos de tomate que estejam infestados com a Broca pequena do fruto, *Neoleucinodes elegantalis*, serem descartados imediatamente, independentemente do número de larvas que estão infestando o fruto, os dados sobre a ocorrência deste inseto são relativos ao número de frutos atacados x número de insetos por fruto, sendo esse último proveniente da contagem em um fruto da respectiva planta.

As doenças causadas por bactérias e fungos foram identificadas e quantificadas quanto à presença ou ausência no cultivo (MALAVOLTA JR., 2004). A ocorrência de doenças virais foi quantificada como número de plantas doentes em 20 plantas amostradas. No caso da requeima, causada pelo fungo *Phytophthora infestans*, foi determinada a porcentagem de indivíduos afetados e a severidade da infestação (área foliar afetada), por meio da chave de severidade proposta por James (1971).

Devido ao fato de que a ocorrência de diversos fungos e bactérias no tomateiro são associados às condições de drenagem e estrutura dos solos, foi avaliada a compactação do solo dos cultivos, tanto nos módulos agroecológicos quanto convencionais, por meio de penetrômetro Hatô, que mede a profundidade (até 90 cm), em centímetros, das camadas compactadas com resistência superior a 2,0 MegaPascal (RAGASSI, 2009). Para isso, foram selecionados 5 pontos em cada cultivo de forma aleatória e homogênea.

A ocorrência de viroses nas plantas foi determinada quanto à presença ou ausência de sintomas, tendo relação direta com a ocorrência de insetos vetores (GRAVENA, 1984).

Os resultados para cada sistema de manejo, agroecológico e convencional, são oriundos da média aritmética dos cultivos avaliados.

Foram também calculados Índices de Diversidade de Shannon (SHANNON, 1949), conforme descrito anteriormente, para os insetos-praga em cada um dos cultivos, considerando amostragem total de 100 plantas de tomate.

3.5 Análise da relação entre a biodiversidade florestal no entorno dos cultivos de tomate e a ocorrência de insetos-praga na cultura

Para avaliar a relação da biodiversidade arbórea e vegetal com a ocorrência de espécies de insetos-praga, foi aplicado o teste de correlação com distribuição por t-Student ($gl=n-2$).

3.6 Análise socioambiental e econômica

Os cultivos de tomate agroecológicos experimentais e convencionais comparativos tiveram os indicadores socioeconômicos amostrados como forma de determinar a viabilidade ambiental e social dos modelos propostos.

As condições de estudo dos módulos foram reais em campo, onde todos os fatores sociais e ambientais que podem influenciar uma pesquisa laboratorial estavam presentes, como intempéries ambientais, oscilações de preços e mercados, bem como a condição física e humana dos envolvidos no trabalho cotidiano de cultivo.

Buscou-se estimar os principais custos envolvidos na produção do tomate sob as duas propostas de manejo, a produtividade total destes, aproveitamento da colheita, volume comercializado ou utilizado, bem como os valores de venda e o lucro obtido nas safras. Essas informações foram coletadas por meio de entrevistas e contato cotidiano com os produtores, sendo feitas anotações em fichas de campo. Os equipamentos permanentes envolvidos no cultivo do tomate, como tratores, sistemas de irrigação, implementos agrícolas e demais veículos, por exemplo, não foram contabilizados nos custos da atividade produtiva, sendo sua depreciação e aquisição consideradas como fontes de aumento dos custos totais da produção.

Os cálculos de produtividade e receita foram baseados em Samuelson; Nordhaus (1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da cobertura florestal e da biodiversidade vegetal no entorno dos cultivos de tomate na região de Apiaí-SP

a) Módulos agroecológicos experimentais

Devido ao fato de os produtores Rurais do PDS “Luiz David de Macedo” estarem assentados desde o ano 2007, algumas áreas ocupadas pelos produtores encontram-se em franco processo regenerativo, tendo uma ampla ocorrência de espécies pioneiras da regeneração florestal próximas as suas áreas de cultivo.

Módulo A1 - 3

A partir de um ponto central situado na cultura de tomate, foram estabelecidos 24 pontos de amostragem (Figura 2), dos quais 10 coincidiram em áreas de cobertura florestal nativa e 14 em área sem cobertura florestal nativa. Da área total (300.000m²), 33,3% apresenta cobertura florestal nativa, o que corresponde a 99.883 m². No caso desta propriedade, existem diversas áreas em regeneração, o cultivo de tomate é situado no centro, e nas margens estão presentes diversos fragmentos florestais estruturados.

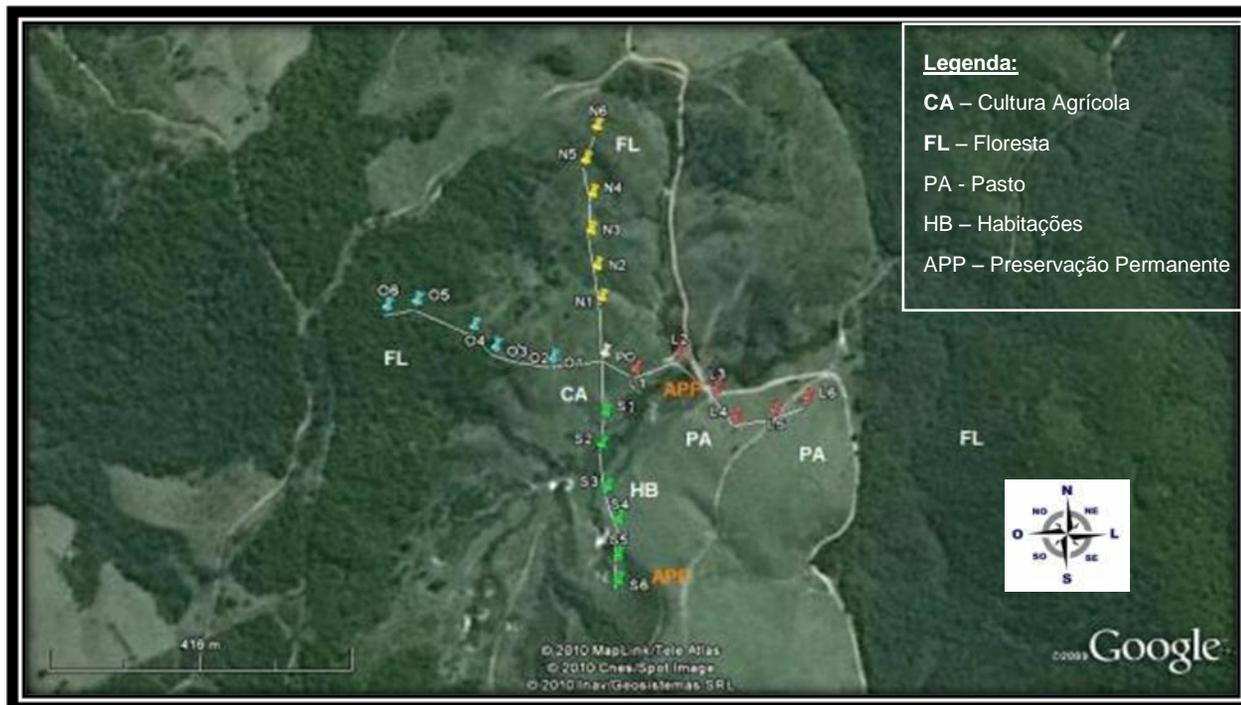


Figura 2 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A1-3

Módulo A2

A partir de um ponto central situado na cultura de tomate, foram estabelecidos 24 pontos de amostragem (Figura 3), dos quais 16 estavam inseridos em áreas cobertas por floresta nativa, e 8 não. Grande parte desta área (76,5%) encontra-se coberta por floresta nativa (229.468 m²), e a área de cultura de tomate é totalmente cercada por vegetação florestal. No mapa nota-se que próximo a rodovia SP – 250, visada Sul, o terreno encontra-se desprovido de vegetação florestal.



Figura 3 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A2

Módulo A4

A partir de um ponto central situado na cultura de tomate, foram estabelecidos 24 pontos (Figura 4) de amostragem, dos quais 7 e 17 coincidiram em áreas cobertas e não cobertas, respectivamente, por floresta nativa. Nesta propriedade, existem diversos cultivos agrícolas próximos ao tomate, como feijão-de-vara (*Vigna unguiculata* [L.] Walp), sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), yacon (*Smallanthus sonchifolius* [Poepp. & Endl.] H. Robinson); e também área bem estruturada em floresta Atlântica, rica em lianas (como o cipó-mil-homem, *Aristolochia triangularis* Cham) e com presença de samambaia-açú (*Cyathea* sp) e árvores nativas importantes, como a canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez), caixeta (*Tabebuia cassinoides* [Lam.] DC.) e outras. A área de cobertura florestal nativa é de 69.623 m², correspondendo a 23,2% do total amostrado (300.000 m²)

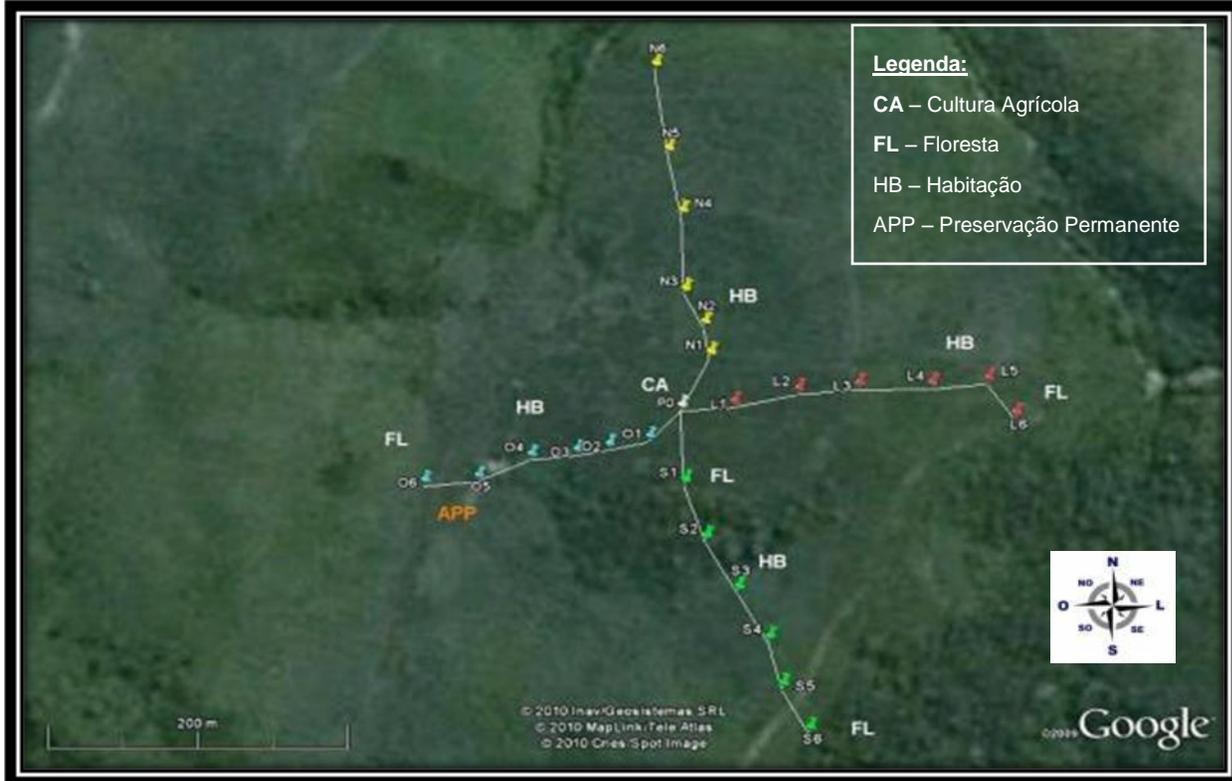


Figura 4 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A4

Módulo A5

A partir de um ponto central situado na cultura de tomate, foram estabelecidos 24 pontos (Figura 5), dos quais 8 estavam inseridos e 16 não em áreas de floresta nativa. Neste módulo temos boa parte da área de uso do produtor ocupada com capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), e em processo de regeneração. Tendo uma boa diversidade vegetal nas áreas ocupadas por componente florestal, em cursos d'água e pequenos fragmentos, nota-se que além da área amostrada em transectos (300.000 m²), existem grandes remanescentes contínuos de formação Florestal Atlântica. A área de cobertura florestal nativa foi estimada em 158.627 m², 52,8% do total.

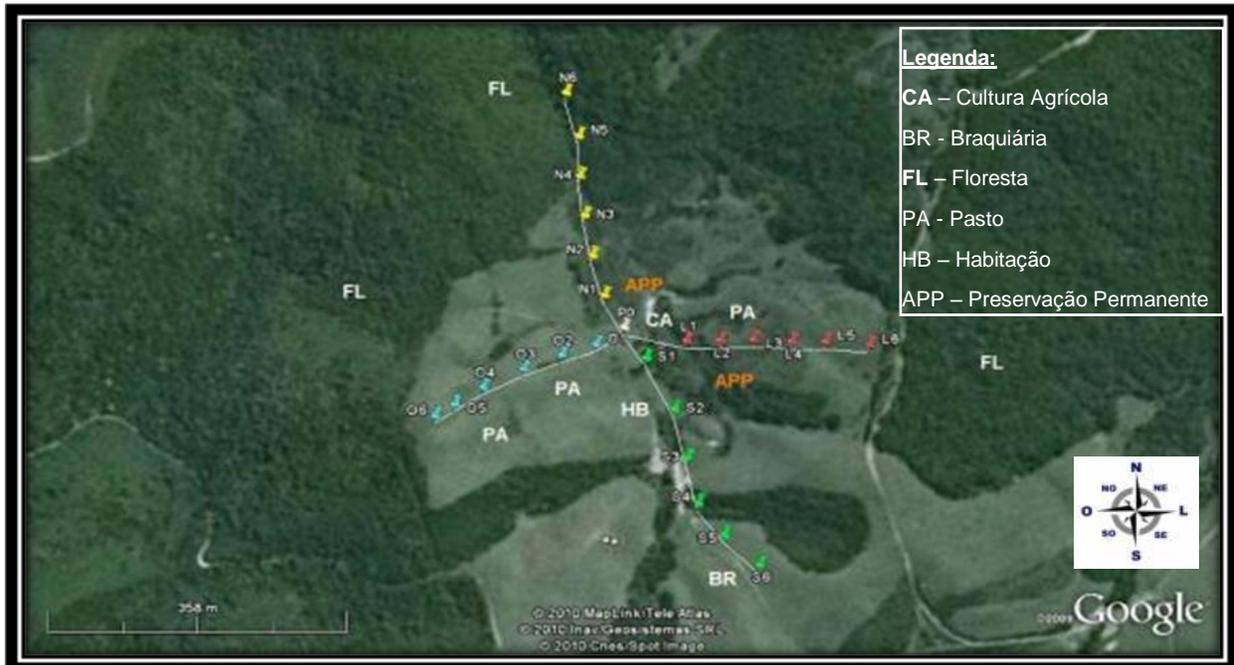


Figura 5 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo A5

b) Módulos convencionais comparativos

Módulo C1

Foram amostrados 26 pontos (Figura 6), dos quais 7 e 19 coincidiram em áreas cobertas e não cobertas, respectivamente, por floresta nativa. A área de cobertura florestal nativa foi estimada em 118.549 m², 39,5% do total.

Nota-se a presença de uma área de fragmento florestal ao nordeste do local de cultivo, muito próximo a uma estrada que faz divisa com o local de cultivo. Ao lado sul nota-se a presença de outros cultivos de tomate a menos de 300m do cultivo acompanhado. Entre estas duas áreas de cultivo de tomate, encontra-se uma área de APP, com nascentes e a formação de um pequeno curso d'água que pode ser utilizado para abastecimento de pulverizadores, irrigação e ser alvo de contaminação por uso de agroquímicos nas proximidades.

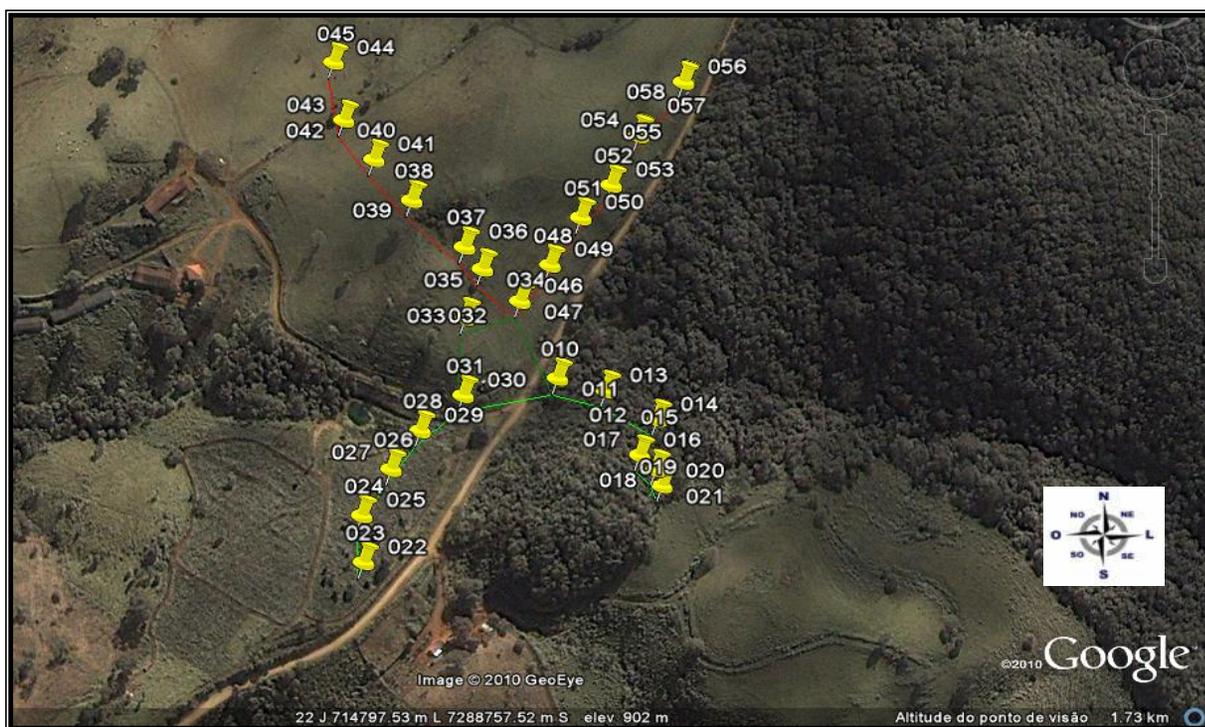


Figura 6 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C1

Módulo C2

Foram estabelecidos 27 pontos de amostragem (Figura 7), dos quais 6 estavam inseridos e 21 não em áreas de floresta nativa. A área de cobertura florestal nativa foi estimada em 61.970m², 20,65% do total. A área do entorno do módulo C2 é caracterizada por um componente florestal bastante reduzido e impactado pela colonização de plantas gramíneas, restrito às áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água. Um problema apontado entre os produtores convencionais é a deriva de produtos agroquímicos das áreas de cultivo para os fragmentos florestais, o que pode ocasionar diminuição na ocorrência natural de espécies vegetais.

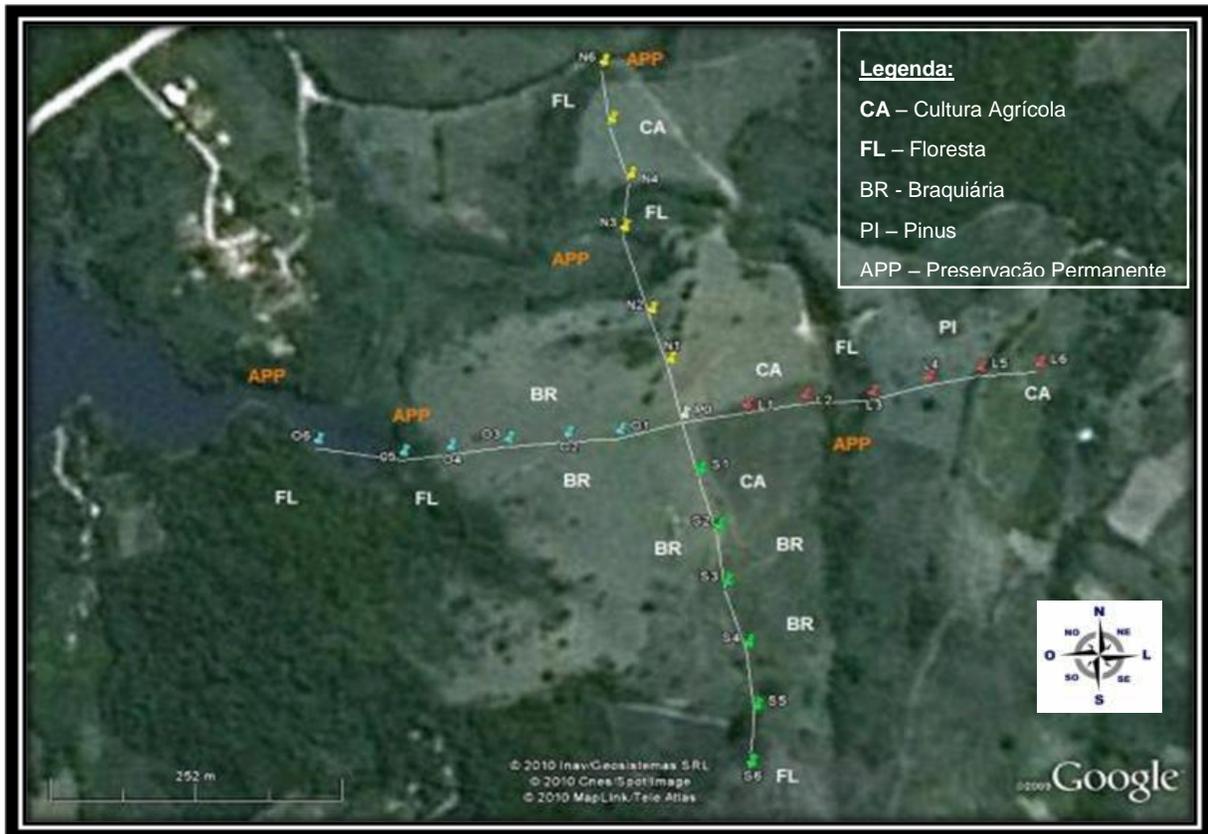


Figura 7 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C2

Módulo C3

No entorno deste cultivo, foram marcados 26 pontos de amostragem (Figura 8), dos quais 5 e 21 coincidiram em áreas cobertas e não cobertas, respectivamente, por floresta nativa. A área de cobertura florestal nativa foi estimada em 41.096 m², 13,7% do total, estando localizada próxima aos cursos d'águas. Grande parte dos pontos amostrais se deu em áreas caracterizadas por uma baixa quantidade de espécies vegetais em sua composição, sendo ocupadas, predominantemente, por espécies herbáceas espontâneas e cultivos anuais como o milho e o feijão.

A maior parte desta área amostral encontra-se com um alto perfil de fragmentação, sendo os remanescentes florestais, dispersos e isolados, o que dificulta o fluxo gênico e a manutenção dos processos reprodutivos entre as espécies arbóreas

que estão contidas tanto no interior quanto nas bordas (KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1998).



Figura 8 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C3

Módulo C4

Foram estabelecidos 24 pontos de amostragem, (Figura 9), dos quais 4 e 20 coincidiram em áreas cobertas e não cobertas, respectivamente, por floresta nativa. A área de cobertura florestal nativa foi estimada em 66.600 m², 22,2% do total.

Nesta área, nota-se em quase sua totalidade a presença de ambientes alterados pela ação antrópica, com muitos cultivos de milho, feijão e eucalipto.

Os remanescentes florestais presentes nesta área encontram-se bastante alterados, com cortes seletivos de árvores em seu interior, sinais de bosqueamento, passagem de animais domésticos e caminhamentos humanos. Apesar deste panorama de impactos na presença do componente florestal, nota-se a presença

de indivíduos adultos de diferentes espécies arbóreas com porte de até 30 metros, o que torna estes fragmentos importantes do ponto de vista do fornecimento de sementes e manutenção dos processos ecológicos locais.



Figura 9 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C4

Módulo C5

Foram estabelecidos 27 pontos de amostragem (Figura 10), dos quais 12 encontravam-se em áreas com cobertura florestal e 15 em áreas abertas.

As áreas florestadas, em sua maioria, encontram-se constituídas principalmente de mata secundária com árvores de diâmetro reduzido e presença de espécies de Lianas e Pteridófitas. A estrutura do transecto sul é constituída de um único fragmento florestal, diversificado em espécies arbóreas com a presença de espécies

clímax como a Araucária, porém com diversos caminhamentos internos, curso de água represado e corte seletivo de algumas espécies arbóreas. Os demais pontos amostrais com cobertura florestal apresentaram-se com diversos indicadores de impacto como, bosqueamento, corte seletivo de espécies, caminhamento e trilhas de passagem de animais domésticos, entretanto a maioria era margeada por cultivos anuais, pastagens ou talhões de árvores exóticas (*Eucaliptus* spp. e outras). A área de cobertura florestal nativa foi estimada em 182.033 m², 60,67% do total amostrado.

Nas áreas abertas encontrou-se um número baixo de diversidade de espécies, sendo a maioria herbáceas, com poucas espécies arbustivas e ausência de plantas arbóreas.



Figura 10 - Pontos de amostragem para caracterização da biodiversidade florestal no módulo de cultivo C5

No entorno dos cultivos agroecológicos, 45,84% das parcelas possuíam cobertura florestal, e nos cultivos convencionais, 26,26%. A área média de cobertura florestal no entorno dos cultivos convencionais de tomate foi de 94.049 m², o que representa 31,4% do total (300.000 m²) (Tabela 3). A maior taxa de cobertura florestal entre os agroecológicos foi comprovada por análise de imagem de satélite (Google Pro) e entre os pontos amostrais.

Nas análises das imagens sobre os mesmos campos de cultivo, identifica-se uma maior taxa de fragmentação florestal, e a presença de pastagens e cultivos anuais, o que aliado a menores índices de biodiversidade vegetal nativa, auxilia, segundo Panizzi; Parra (1991), a criação de ambientes de refúgio para espécies de insetos-praga.

Tabela 3 - Caracterização da biodiversidade florestal no entorno (300.000m²) de cultivos de tomate agroecológicos experimentais e convencionais comparativos no município de Apiaí-SP. Média ± EP (N=5)

		Cultivos	
		Agroecológico Experimental	Convencional Comparativo
Cobertura florestal nativa	Área (m ²)	131.496 ± 28.426,78	94.049 ± 25.424,36
	%	43,82 ± 9,47	31,34 ± 8,47
Área média infestada por gramíneas e outras plantas invasoras (m ²)		15,5 ± 3,66	49,3 ± 12,51

Os entorno dos cultivos agroecológicos experimentais apresentaram maior número médio de espécies arbóreas que o entorno dos cultivos convencionais, 46,75 e 20,60 respectivamente (Figura 11). Entretanto, o número de indivíduos arbóreos foi praticamente o mesmo para os dois cultivos (Figura 12), indicando que as florestas entre os produtores agroecológicos se apresentarem bem estabelecidas, com maior riqueza de espécies, indivíduos arbóreos de maior porte e com maiores índices de dispersão entre plantas.

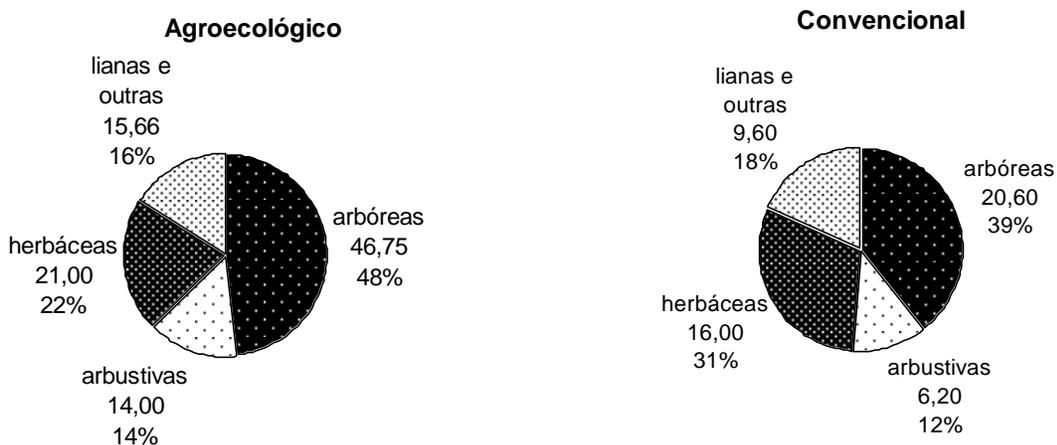


Figura 11 - Número de espécies vegetais amostradas no entorno de cultivos de tomate (300.000 m²) agroecológicos experimentais e convencionais comparativos no município de Apiaí-SP. Valores médios (n=5)

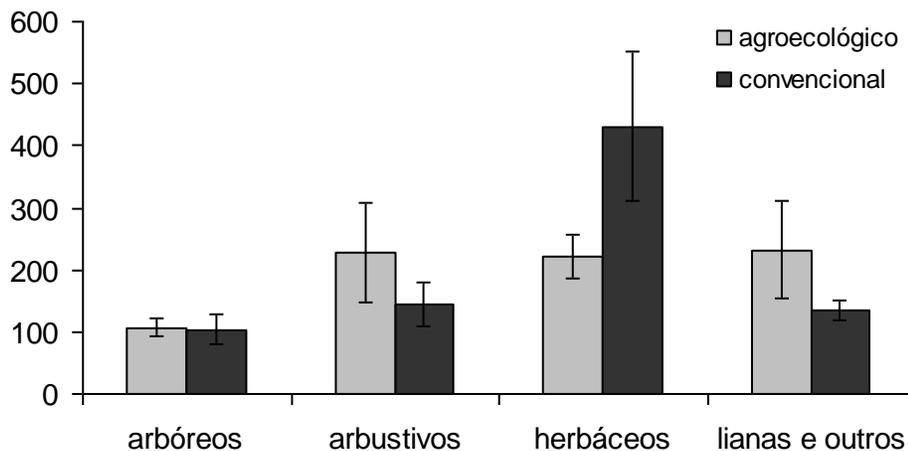


Figura 12 - Número de indivíduos vegetais amostradas no entorno de cultivos de tomate (300.000 m²) agroecológicos experimentais e convencionais comparativos no município de Apiaí-SP. Valores médios (N=5)

As áreas em regeneração nas propriedades agroecológicas se mostraram mais biodiversas em espécies arbustivas, tendo o número de indivíduos

superior em relação às áreas convencionais comparativas, provavelmente devido ao fato dessas áreas estarem em estágio inicial de regeneração florestal.

Os entornos dos cultivos agroecológicos apresentaram maior diversidade de espécies arbóreas nativas que os convencionais ($P < 0,05$) (Tabela 4). Não houve diferença entre os cultivos para as demais categorias. Todas as espécies arbóreas e herbáceas exóticas encontradas são, em totalidade, de interesse ou outros cultivos agrícolas, como plantas medicinais e alimentares, ex. abacate (*Persia americana*), limão (*Citrus spp.*), banana (*Musa spp.*), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp.) e outras.

Tabela 4 - Índices de Diversidade de Shannon (H') e número de espécies para categorias de diferentes estratos vegetais no entorno (300.000 m²) de cultivos de tomate em sistemas de manejo agroecológicos experimentais e convencionais comparativos

Categoria de espécies	Agroecológicos		Convencionais		t tabelado	t calculado	
	H'	nº de espécies	H'	nº de espécies			
Arbóreas							
Nativas	3,8750	60	3,4435	34	1,900	2,6022	*
Exóticas	1,0397	3	0,6816	2	2,262	0,5202	ns
Arbustivas							
Nativas	2,3007	17	2,2143	9	1,960	1,2586	ns
Exóticas	0,2573	1	0,0000	1	2,145	0,2573	ns
Herbáceas							
Nativas	2,8294	22	2,7679	18	1,969	1,6595	ns
Exóticas	2,4129	10	2,2652	15	1,960	1,3656	ns
Lianas e outras							
Nativas	2,2508	17	2,0208	14	1,960	1,2731	ns
Exóticas	0,6792	4	1,0796	2	2,131	-0,1349	ns

* os índices H' diferem entre si ($P < 0,05$)

ns- diferença não significativa entre H' ($P > 0,05$)

Os cultivos convencionais apresentaram índices de diversidade de espécies exóticas menores que os agroecológicos, com uma frequência 4 vezes superior. Os índices de diversidade de espécies vegetais nativas foram maiores entre as categorias observadas nas propriedades agroecológicas do que nas convencionais.

A grande ocorrência de indivíduos herbáceos entre as áreas convencionais se deve ao fato de haverem campos de cultivo anuais em pousio no entorno dos cultivos analisados, e mostram que nas áreas convencionais com alto grau de fragmentação a regeneração apresenta alto índice de indivíduos de espécies nativas, com possibilidade de regeneração pelo banco de sementes ainda existentes. Os indivíduos herbáceos exóticos consistem em plantas invasoras espontâneas em áreas de agricultura não utilizadas.

As espécies consideradas lianas e outros, em sua maioria, são bromélias e cipós considerados medicinais, como o timbó e o são-joão (*Pyrostegia venusta* Miers), tendo outras espécies como o caraguatá (*Bromelia balansae*), o xaxim e espécies de samambaias açu, vermelha e outras (*Dicksonia* spp.). Nos entornos dos cultivos agroecológicos, notou-se uma boa qualidade no número de espécies de bromélias, orquídeas, lianas e bambus, tendo todos os quatro entornos apresentado ocorrência de mais de 15 espécies identificadas. Já nos cultivos convencionais comparativos, somente em dois entornos (de um total de 5) apresentaram mais de 12 espécies destes vegetais.

4.2 Ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos agroecológicos experimentais, com alta biodiversidade florestal no entorno, e em cultivos convencionais comparativos, com baixa biodiversidade florestal no entorno

A frequência de insetos-praga (Tabela 5), de uma forma geral, bem como a diversidade de espécies (Figura 13) foi maior nos cultivos convencionais.

Tabela 5 - Número médio de insetos-praga em cultivos de tomate em sistemas de manejo agroecológico experimental e convencional comparativo no município de Apiaí-SP. Média \pm EP (N=5)

	Cultivo	
	Agroecológico experimental	Convencional comparativo
Traça-do-tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>)	0,26 \pm 0,19	18,00 \pm 5,83
Mosca-branca (<i>Benisia tabaci</i>)	0,08 \pm 0,06	34,00 \pm 1,87
Vaquinha (<i>Diabrotica speciosa</i>)	0,61 \pm 0,37	7,00 \pm 2,00
Larva-minadora (<i>Liriomyza</i> spp.)	0,00 \pm 0,00	14,00 \pm 4,00
Broca-pequena do tomate (<i>Neoleucinodes elegantalis</i>) (% de frutos atacados/ planta)	38,1 \pm 5,14	33,00 \pm 4,06

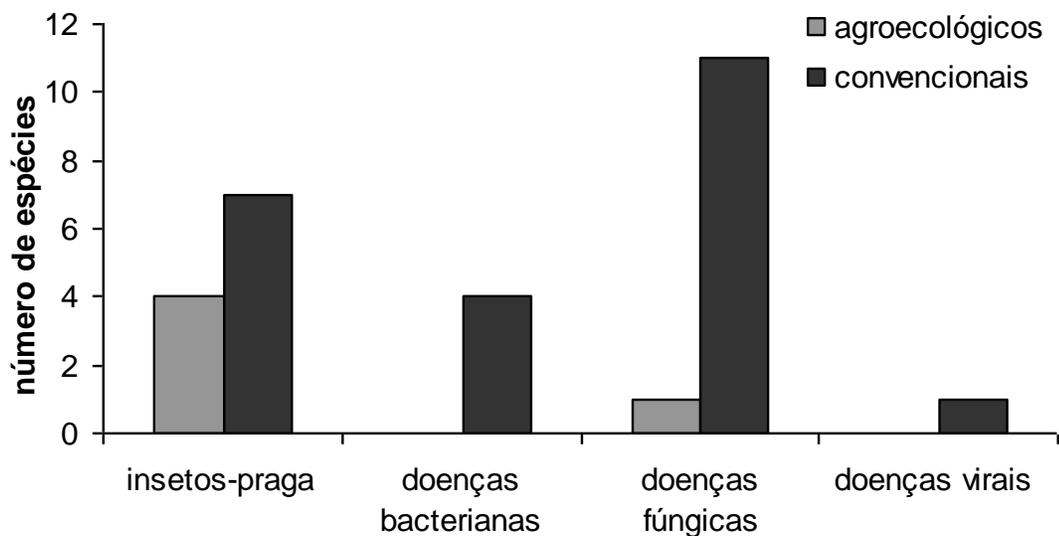


Figura 13 - Número total de espécies de pragas e doenças identificadas nos cultivos sob manejo agroecológico experimental e convencional comparativo

Os cultivos convencionais apresentaram maior índice de biodiversidade de insetos-praga ($H=1,482$) que os cultivos agroecológicos ($H=0,511$), que por sua vez indicam baixa biodiversidade de insetos-praga em menor ocorrência nas lavouras agroecológicas.

Os cultivos convencionais de tomate apresentam, tradicionalmente, uma alta população de insetos-praga (GRAVENA, 2003), que têm sua ocorrência relacionada a fatores diversos como o ambiente de cultivo, a variedade utilizada, nutrição das plantas e uso de agrotóxicos (CHABOUSSOU, 2006) entre outros (ALTIERI; NICHOLLS, 2003). Entretanto, a possibilidade de estabelecimento destas comunidades, de forma a causarem prejuízos agrícolas, está vinculada a outros tantos fatores, como o manejo local das lavouras, o ambiente e a oferta de nutrientes de forma acessível na paisagem onde essas estão inseridas (PANIZZI; PARRA, 1991).

Em cultivos de tomate em locais com alta fragmentação florestal, associada à presença de diversos cultivos exóticos anuais propícios às necessidades nutricionais dos insetos-praga, como milho, vagem, feijão e hortaliças diversas, deve ser considerada a presença de “refúgios” ou fontes alternativas de alimentação para estas comunidades de insetos, o que auxilia na regulação populacional e manutenção de comunidades de inimigos naturais ao longo do ano (LARA, 1979).

Em estudos feitos na região de Açores por Heleno et al. (2008), a substituição do componente florestal nativo por espécies exóticas pode ocasionar a diminuição de até 67% da biomassa de insetos, bem como a diminuição de insetos considerados inimigos naturais de insetos praga.

Bihn; Gebauer; Brandl (2010) demonstram uma estreita relação entre as espécies e a diversidade funcional destas em ambientes de mata Atlântica, onde o componente florestal foi gradualmente substituído por espécies secundárias e invasoras, o que alterou a população de formigas que viviam no local naturalmente para espécies que se adaptam à oferta de novos alimentos e novas condições ecológicas (ODUM, 2007).

Uma característica encontrada nas áreas agroecológicas com floresta Atlântica é a presença constante de insetos considerados inimigos naturais de pragas agrícolas (ALTIERI, 2003), que, como citado por DeLoach (1970), ocorre devido à manutenção de seus habitats naturais. Não só a diversidade e ocorrência de parasitóides na cultura circundada por grande diversidade florestal é maior como também a taxa de parasitismo pode ser favorecida (MARINO; LANDIS, 1996).

Durante as coletas de campo em ambientes florestais, foram identificados locais de reprodução e refúgio de diversas espécies predadoras de insetos-praga, como vespas, pássaros, coleópteros, formigas carnívoras, aranhas entre outras, que acessam e interagem em ambientes com bordas compostas predominantemente por espécies herbáceas e anuais devido à presença de insetos com fontes de alimento. Estes predadores naturais não foram identificados nas áreas do entorno dos cultivos convencionais de tomate, provavelmente devido à intensa aplicação de produtos agroquímicos e repelentes da biodiversidade animal (GRAVENA, 1992).

A região de borda das florestas parece abrigar mais espécies de predadores generalistas da ordem Neuroptera que o interior, sendo a maior diversidade de espécies encontrada em arbustos e árvores (DUELLI; OBRIST; FLUCKIGER, 2002). A abundância de predadores também se mostra associada à diversidade vegetal (LUNDGREN; WYCKHUYS; DESNEUX, 2009).

Segunda Gandara (2009), um manejo pouco intensivo do solo associado à maior produção de serrapilheira, como, por exemplo, em sistemas agroflorestais de cultivo, favorece a diversidade de macro invertebrados no solo. Conforme citado por Altieri; Nicholls (2003), os predadores naturais têm um papel regulador de populações de insetos fitófagos, o que consiste em um indicador técnico para concluir o fato de estes agentes serem os responsáveis pela baixa ou nenhuma frequência de insetos-praga, geralmente bastante comuns, nas plantas de tomate amostradas entre os produtores agroecológicos, como a mosca branca, tripses, a ausência de bichos mineiro e baiano, de lagarta-minadora, vaquinha entre outros.

A ocorrência e a severidade do ataque de insetos fitófagos em cultivos agrícolas são tanto maiores quanto menores forem as condições ecológicas e ambientais, bem como os teores de matéria orgânica, condições estruturais e fertilidade dos solos, como citado por Altieri; Nicholls (2003). Existem indícios de maior diversidade e ocorrência de parasitóides e predadores nos estratos arbóreos nos arredores do cultivo que nos herbáceos (SPERBER et al., 2004; DYER; LANDIS, 1997), diretamente associadas à diversidade vegetal (SPERBER et al., 2004).

A ocorrência de algumas doenças do tomateiro, como a murchadeira (*Ralstonia solanacearum*) ou outras bactérias secundárias, são apontadas como sintomáticas de solos compactados e com baixa drenagem, características mais facilmente atingidas em solos com maior teor de argila e baixos índices de matéria orgânica do que em solos mais arenosos e ricos em matéria orgânica (THORNTON et al., 2008), aqueles típicos do município de Apiaí – SP.

Segundo Thornton et al. (2008), os solos mais úmidos apresentam estrutura mais fraca e são mais suscetíveis à compactação do que solos secos, sendo que no caso da cultura de tomate, os solos cultivados recebem constante irrigação e são preparados para cultivo em condições de umidade elevada. Como citado por Ragassi (2009), a resistência à penetração, acima de certos valores, é limitante ao crescimento radicular das culturas, os quais apresentam pequena variação na literatura como 1,5Mpa (GRANT; LAFOND, 1993; STALHAM et al. 2007) e 2,0Mpa (SILVA; KAY; PERFECT, 1994; TAYLOR; ROBERSON; PARKER, 1994; TORMENTA; SILVA; LIBARDI, 1998).

Sob condições desfavoráveis de penetrabilidade radicular nos solos, Stalham et al. (2007) apontam para a ineficiência do uso de irrigação e nutrientes sintéticos, o que acarreta uma maior suscetibilidade dos vegetais cultivados à ocorrência de insetos-praga e doenças agrícolas na cultura do tomate.

As medições sobre a capacidade de penetrabilidade, até 2,0Mpa, dos solos dos produtores agroecológicos (n=25) e convencionais (n=25) apresentaram valores médios de 44,45 (\pm 4,89) cm para os produtores convencionais e acima de 90 cm de profundidade para todos os produtores agroecológicos. Estes valores de profundidade de camadas compactadas são indicativos de formação de “pé de arado”, que acarreta diminuição do volume total de oxigênio do solo e da área de exploração radicular, o que ocasiona, em muitos casos, a ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas no tomateiro (RAGASSI, 2009).

A não ocorrência de murchadeira (*Ralstonia solanacearum*), e demais fungos e bactérias de solo nos cultivos agroecológicos (Tabela 6), pode ser atribuída basicamente à ausência de compactação nos solos cultivados e à alta capacidade de drenagem destes, motivo para a manutenção do solo como supressivo a

estes patógenos, conforme preconizado por Tokeshi et al. (1997). Não foram constatadas ocorrências de viroses nos cultivos agroecológicos experimentais, e nos cultivos convencionais comparativos o número médio de plantas afetadas/ cultivo foi de 1,4 ($\pm 0,24$). Vale ressaltar que nos cultivos convencionais utilizou-se de aplicações sistemáticas de inseticidas e fungicidas, enquanto nos cultivos agroecológicos somente se aplicou calda bordalesa para controle da requeima.

Tabela 6 - Ocorrência de doenças bacterianas e fúngicas em cultivos de tomate em sistemas agroecológico experimental e convencional comparativo na região de Apiaí-SP

	Cultivos afetados (%)	
	Agroecológicos experimentais	Convencionais comparativos
Doenças bacterianas		
Cancro bacteriano (<i>Corynebacterium michiganense</i>)	0,00	100
Mancha bacteriana pequena (<i>Pseudomonas tomato</i>)	0,00	100
Talo oco (<i>Erwinia carotovora</i>)	0,00	100
Doenças fúngicas		
Requeima (<i>Phytophthora infestans</i>)	100,00	100,00
Pinta preta (<i>Alternaria solani</i> e <i>Macrosporium solani</i>)	0,00	60,00
Septoriose (<i>Septoria lycopersici</i>)	0,00	80,00
Mancha de estenfilio (<i>Stemphylium solani</i>)	0,00	10,00
Podridão dura de fruto (<i>Phytophthora</i> spp.)	0,00	0,00
Podridão de phoma (<i>Phoma destructiva</i>)	0,00	0,00
Oídio (<i>Oidium lycopersici</i>)	0,00	60,00
Podridão de esclerotínea (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	0,00	100,00
Bolor cinzento do fruto (<i>Botrytis cinerea</i>)	0,00	80,00
Podridão de escleródio (<i>Sclerotium rolfsii</i>)	0,00	20,00
Antracnose (<i>Glomerella singulata</i> , <i>Colletotrichum phomoides</i>)	0,00	100,00
Murcha-de-fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>lycopersici</i>)	0,00	100
Murcha-de verticillium (<i>Verticillium albo-atrum</i>)	0,0	100

Acredita-se que a ocorrência de doenças relacionadas aos solos entre os produtores convencionais esteja, entre outros fatores, relacionada ao grau de compactação destes (MALAVOLTA JR., 2004) que resulta em má drenagem de águas pelo solo e impedimento da penetrabilidade das raízes.

Entre os produtores convencionais de tomate, os solos ideais são aqueles onde o componente florestal foi imediatamente retirado para este esse cultivo, os quais possuem alto teor de matéria orgânica e boa estruturação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006) e reduzem, conseqüentemente, a possibilidade da ocorrência de doenças relacionadas à má drenagem, compactação e perda estrutural (RAGASSI, 2009).

Como citado por Moreira; Siqueira (2006), a matéria orgânica é parte essencial para a manutenção de toda a biota do solo, sendo que sua incorporação em profundidade se dá principalmente pelas raízes de espécies arbóreas e pela microbiota associada.

Segundo Moço et al. (2005), a Biodiversidade Florestal têm papel fundamental na formação e qualidade da serrapilheira depositada sobre os solos, o que com maiores índices de biodiversidade acarretará uma maior diversidade de nutrientes e componentes orgânicos, dando maior suporte a uma fauna mais biodiversa pela maior oferta de alimento nos solos, o que amplia, conforme citado por Tokeshi et al. (1997), as características supressivas dos solos a ocorrência de patógenos nas culturas agrícolas, fato este notado entre os produtores agroecológicos experimentais que tinham seus cultivos em ambientes com solos mais bem estruturados e drenados que os convencionais comparativos.

Entre as propriedades agroecológicas acompanhadas neste projeto não foram identificados sinais de compactação dos solos, nem tampouco a ocorrência de doenças relacionadas às más condições de drenagem e estruturação destes, provavelmente devido à matéria orgânica e a estruturação dos mesmos, conferida pelo componente florestal na área e no entorno dos cultivos.

Em relação a requeima (*Phytophthora infestans*), as áreas com manejo agroecológico apresentam 100% das plantas amostradas doentes, com aproximadamente 75% da área foliar afetada, sendo 70% das plantas no cultivo convencional com área foliar afetada abaixo de 25%, demonstrando a ocorrência generalizada deste fungo e a eficiência do controle com fungicidas nos cultivos convencionais (Tabela 7).

Tabela 7 - Severidade da infestação (% de área foliar afetada) por *Phytophthora infestans* em plantas de tomate (%) em cultivos agroecológicos experimentais e convencionais comparativos

	Muito alta > 75 %	Alta 75-50%	Média 50-25%	Baixa 25-10%	Muito baixa <10%
% plantas					
Cultivos Agroecológicos experimentais					
1	40,00	60,00	0,00	0,00	0,00
2	65,00	20,00	10,00	5,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	90,00	10,00
4	65,00	35,00	0,00	0,00	0,00
5	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00
média	44,00	33,00	2,00	19,00	2,00
Cultivos convencionais comparativos					
1	0,00	0,00	0,00	8,00	92,00
2	5,00	5,00	20,00	50,00	20,00
3	0,00	0,00	6,67	13,33	80,00
4	0,00	0,00	7,69	15,38	76,92
5	0,00	0,00	0,00	55,00	45,00
média	1,00	1,00	6,87	28,34	62,79

Os produtores agroecológicos obtiveram, a partir do segundo ano, bons resultados no controle da requeima com o uso da calda bordaleza, o que ocasionou a possibilidade do ciclo agrícola do tomate ser concluído com índices de produtividade.

Doenças fúngicas (como a requeima) dispersas pelo vento com grande eficiência (FRY; MIZUBUTI, 1998), ou também por meio do transporte de material infectado ou outros agentes vetores, podem ser propagadas por grandes distâncias, o que, provavelmente, é um dos principais motivos para sua ocorrência generalizada entre produtores convencionais e agroecológicos, uma vez que a biodiversidade florestal não tem influência direta sobre sua dispersão ou incidência.

4.3 Análise da relação entre a biodiversidade florestal no entorno dos cultivos de tomate e a ocorrência de insetos-praga na cultura

Na análise de correlação linear, adotamos o parâmetro de 10 cultivos para a composição da formulação de interpretação. Tendo o dado obtido para a covariância de 0,7481 ($t= 3,1891$; $gl=8$; $P= 0,012$) para biodiversidade arbórea e 0,7933 ($t= 3,686$; $gl=8$; $P= 0,006$) para biodiversidade vegetal, podemos apontar com 99% de certeza de que existe correlação entre a biodiversidade vegetal nativa no entorno dos cultivos de tomate, tanto arbórea quanto total, e a ocorrência de insetos-praga. Ou seja, a ocorrência de insetos-praga foi maior em áreas com baixa biodiversidade florestal (Figura 14), entretanto, os resultados estatísticos não são responsáveis por afirmar que as relações entre estes fatores são de influência direta (TRIOLA, 1998).

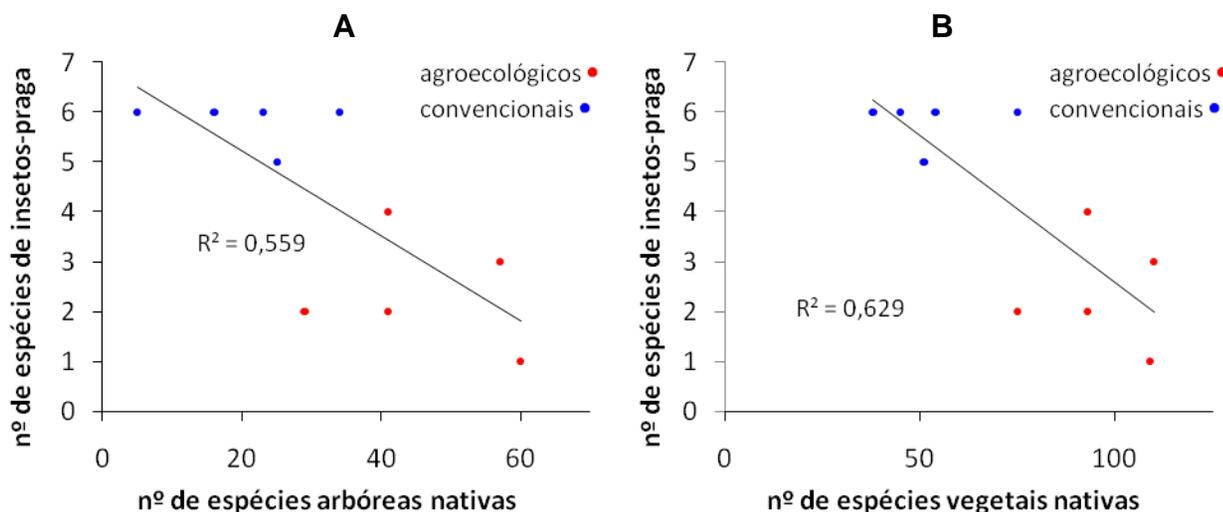


Figura 14 - Correlação linear entre a Biodiversidade Florestal arbórea (A) ou biodiversidade vegetal (B) e as espécies de insetos-praga em cultivos experimentais e comparativos convencionais de tomate em Apiaí – SP

Devido à similaridade de condições climáticas e ambientais entre as diferentes propriedades acompanhadas, bem como das condições de nutrição e sanidade de todas as plantas amostradas, existem indícios claros de que a biodiversidade florestal do entorno das lavouras agroecológicas tenha influenciado na menor diversidade e incidência de insetos pragas e patógenos em relação às áreas

convencionais. Atenção especial deve ser dada à diversidade de espécies arbóreas nativas, uma vez que apresentou diferença significativa nos índices entre os cultivos agroecológicos e convencionais (Tabela 4) e parece estar mais associada à diversidade de inimigos naturais que os estratos herbáceos (SPERBER et al., 2004; DYER; LANDIS, 1997).

4.4 Análise socioambiental e econômica da cultura do tomate em sistema de manejo agroecológico e convencional

Na região de Apiaí, os investimentos nos cultivos convencionais de tomate variam de acordo com a produtividade esperada, de R\$ 3,80/ planta para safras estimadas de 200 caixas/mil plantas cultivadas, até R\$ 5,70 para índices acima de 300 caixas/mil plantas. Como os produtores convencionais acompanhados pelo projeto tiveram produtividades médias em torno de 250 caixas/mil plantas cultivadas, os custos da sua produção foram compatíveis com os esperados para esta estimativa de produção, ou seja, em torno de R\$ 4,26 por planta de tomate

Entre os produtores agroecológicos experimentais foi observado um custo único de R\$ 0,86 por pé cultivado, pois todos os insumos foram adquiridos em uma única vez e distribuídos igualmente entre os produtores entre os dois anos do projeto.

Os custos totais para a produção de mil pés de tomate é cinco vezes superior entre os produtores convencionais em relação aos agroecológicos (Figura 15), e a distribuição dos custos com defensivos químicos entre os produtores convencionais são duas vezes superiores a todo o custo para a produção total de mil pés de tomate no modelo agroecológico (Figura 16).

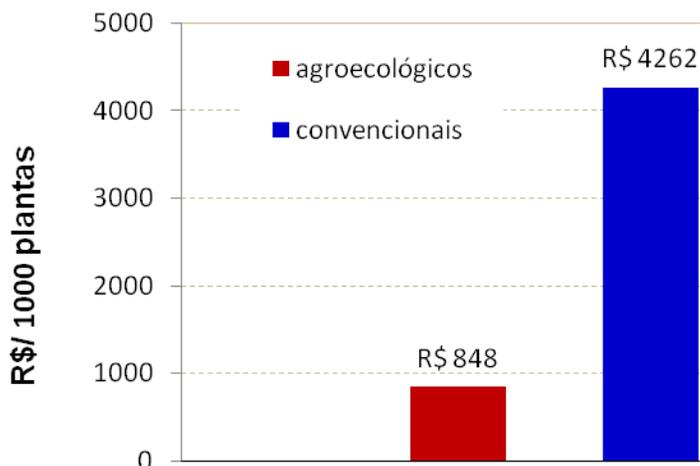


Figura 15 - Custo total de produção de tomate em cultivos agroecológicos experimentais e convencionais comparativos na região de Apiaí-SP

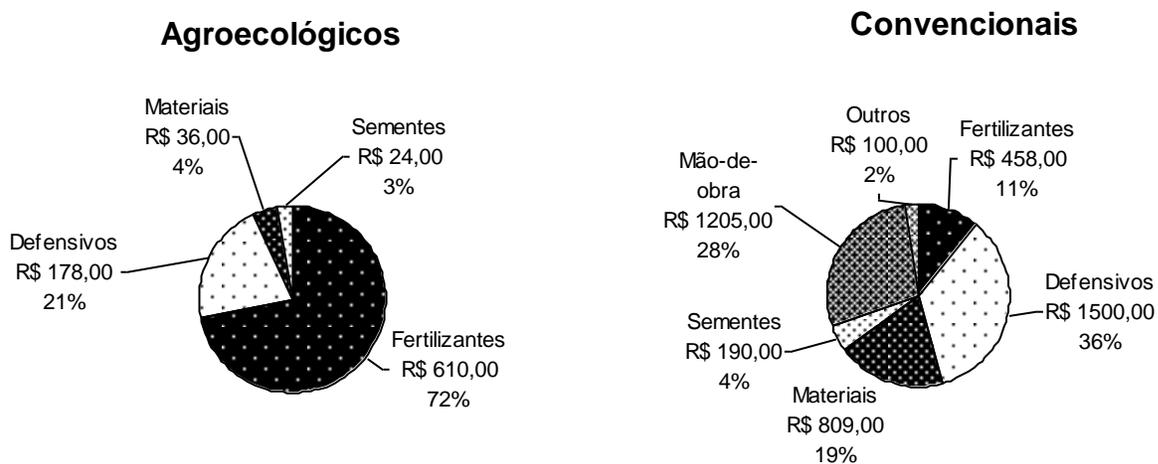


Figura 16 - Distribuição dos custos da produção de 1000 plantas de tomate em cultivos agroecológicos experimentais e convencionais comparativos na região de Apiaí-SP

Do total produzido pelos agricultores agroecológico, apenas uma parte dos alimentos produzidos foi comercializado, sendo a prioridade da produção a destinação ao consumo interno da comunidade do Assentamento Rural (Anexo B). Para a estimativa da rentabilidade obtida pelos produtores agroecológicos foram utilizados os

parâmetros de produtividade total, ou seja, o volume comercializado somado ao volume de produção consumido internamente pela comunidade.

Os produtores agroecológicos apresentaram valores para os custos da produção de tomate, em média cinco vezes menor que os custos médios em modelo convencional, sendo que a produtividade máxima obtida entre os produtores agroecológicos, durante o período do desenvolvimento do projeto experimental, foi em torno de 24% do valor obtido pelos convencionais, tendo as estimativas de produtividade entre estes produtores, para este modelo agroecológico, em torno de 40% da média obtida entre os produtores convencionais, o que representaria que um plantio de 1000 pés de tomate em sistema agroecológico em Ilhas de Alta Produtividade apresentando rentabilidade anual de aproximadamente 6.000,00R\$/ safra.

A renda média obtida por caixa entre os produtores agroecológicos foi em torno de R\$ 68,75, 4,24 vezes superior ao valor médio obtido pelos produtores convencionais. Entre os produtores convencionais comparativos, não foram estimadas perdas na produção, sendo considerados para análises estatísticas os parâmetros de produtividade comercializada e rentabilidade bruta (Figura 17).

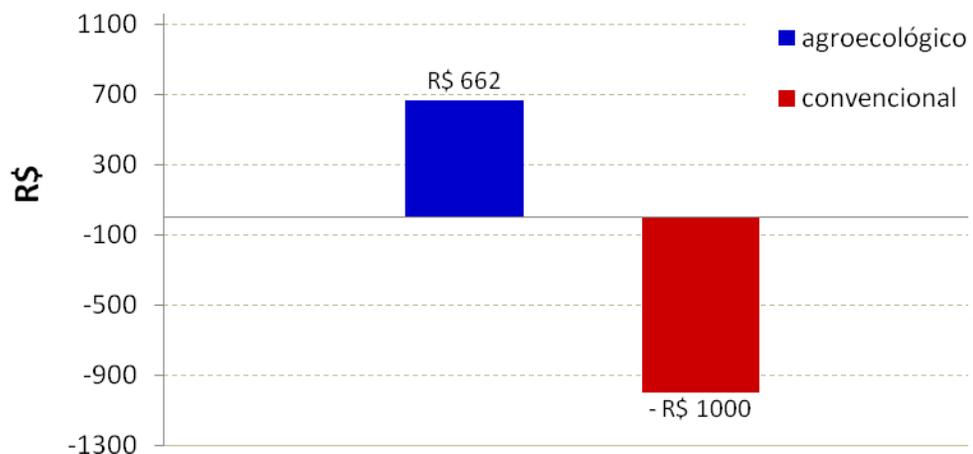


Figura 17 - Renda líquida média em cultivos de tomate em sistema orgânico e convencional em Apiaí-SP

Entre os cinco produtores convencionais acompanhados, dois obtiveram prejuízos financeiros em seus cultivos, e os três demais produtores

convencionais que obtiveram lucro em suas atividades, não atingiram índices superiores a 7,8% do total dos valores investidos, demonstrando como, citado por SANTOS; NORONHA (2001), que são indicadores de uma atividade econômica que pode apresentar baixa rentabilidade e possui alto risco de investimento.

Entre os produtores convencionais notamos que maiores taxas de lucratividade são obtidas a partir de uma estratégia de busca de valores diferenciados na comercialização como no caso do produtor C1, que obteve o maior índice de rentabilidade por produção (Anexo B), devido a uma estratégia individual de comercialização e busca de valores diferenciados de mercado

Os produtores convencionais são comprometidos em sua safra com os agentes que financiam a atividade e executam a comercialização, que determinam o preço de mercado e as condições de pagamento aos agricultores.

Em conjunto com estratégias de redução do uso de insumos e ampliação da valorização da produtividade através da busca de alimentos certificados e diferenciados, podemos apontar a necessidade da busca da construção de modelos cooperativos e comunitários de produtividade e acesso ao mercado, como citado por Singer (2007); de forma a ampliar a construção de um modelo produtivo e social voltado à conservação ambiental e a economia solidária.

Os produtores envolvidos no manejo dos módulos experimentais entre os dois anos do projeto demonstraram grande apropriação das técnicas de manejo agroecológico difundidas para o cultivo do tomateiro.

Incluindo a discussão sobre a perspectiva de produtividade entre os agroecológicos, temos de deixar transparente que os produtores que a superaram adotaram estratégias bem sucedidas de controle da requeima, tiveram perdas significativas, em torno de 50 caixas/1000 pés, pela ocorrência de broca pequena, o que inviabilizou a comercialização e o consumo desta parte da safra. Desta forma foram produzidas mais de 100 cx/1000 pés entre os modelos experimentais como, por exemplo, do cultivo do Zaqueu, que a partir de resultados no controle da broca pequena, deverá atingir este potencial de comercialização, o que projeta os valores aproximados de rentabilidade líquida de 6000,00R\$/1000 pés nos modelos agroecológicos em Ilhas de Alta Produtividade.

Os produtores agroecológicos participantes do projeto tiveram uma média diária de dedicação ao trabalho de 2 a 3 horas, utilizando basicamente a mão de obra do chefe da família ou, eventualmente, a ajuda de filhos e companheiros de trabalho de outras áreas do assentamento rural em Apiaí – SP.

Os produtores convencionais utilizam mão de obra contratada, o que representa em média 28,27% do custo de produção da cultura, sendo que os funcionários devem se dedicar de dez a doze horas de trabalho diário para a manutenção mínima de cinco mil plantas/pessoa (Anexo C).

Os produtores convencionais arrendam a terra para produção de tomate e, devido a essa relação com a terra, não praticam nenhuma estratégia de consórcio entre espécies cultivadas ou algum tipo de prestação de serviços ambientais, mesmo utilizando água para irrigação proveniente de nascentes e cursos d'água.

Em todas as propriedades agroecológicas notaram-se serviços agregados à produção do tomate, como o consórcio do tomateiro com outras plantas de interesse, tal qual a mandioquinha-salsa, milho ou outras, além do aproveitamento dos frutos impróprios para o consumo para alimentação animal.

Entre os produtores convencionais foi notada perda de produtos, decorrente de fatores diversos, que variaram desde o descarte de frutos atacados por brocas e lagartas até a perda de frutos saudáveis e aptos para o consumo por falta de preços adequados que inviabilizou a colheita e o transporte da produção.

Os produtores agroecológicos declararam, ao longo da presente pesquisa, o ganho e incremento do conhecimento em terem participado de um projeto para desenvolvimento de técnicas agrícolas em consórcio com a Floresta Atlântica, o que demonstra uma valoração social de seu papel como agricultor no desenvolvimento de técnicas agroecológicas e na valorização de sua identidade cultural (LOPES; BERGAMASCO, 2009).

Apesar da realidade financeira dos dois grupos analisados serem, de certa forma, instáveis quanto às necessidades básicas em saúde, educação, saneamento básico, transporte e lazer, foi notada entre os produtores convencionais,

uma maior ansiedade e descrédito em relação a possibilidades de melhorias no meio agrícola com consequentes ganhos sociais.

Os produtores convencionais de tomate apresentaram uma alta taxa de investimento em seus cultivos, sendo relatado em entrevistas que os agentes financiadores destas lavouras são, em geral, donos e empresários de comércio de alimentos e verduras de grandes centros urbanos, como Piracicaba e Campinas. Estes empresários, desta forma, tornam-se responsáveis pelo transporte, comercialização e pagamento da produção destes agricultores, sendo que quando ocorre o prejuízo em algum roçado, este saldo devedor normalmente é transferido para um cultivo seguinte.

A maior parte da produção dos agricultores agroecológicos foi destinada ao consumo local e a programas de aquisição e compras de alimentos governamentais, sendo que deverão ter maior rentabilidade e lucratividade caso a produtividade seja certificada segundo sua natureza orgânica. Os produtores convencionais muitas vezes comercializaram a colheita com a mesma pessoa que financiou o plantio, demonstrando uma estratégia isolada de produção e comercialização onde a produção é destinada aos consumidores em grandes centros urbanos como São Paulo, Sorocaba e Campinas.

Segundo Gliessman (2001), existe uma necessidade global de se buscar sistemas de produção sustentáveis, através do desenvolvimento de práticas agrícolas alternativas, orientadas pelo conhecimento dos processos ecológicos que ocorrem nas áreas produtivas e nos contextos ambientais mais amplos dos quais elas fazem parte.

A agricultura familiar camponesa tem um papel essencial na participação e construção destes novos modelos produtivos (PETERSEN, 2009) e, segundo Costa; Campanhola (1997), têm apresentado índices crescentes de produtores que buscam atuar sob o sistema de produção orgânica e natural no Estado de São Paulo.

Os módulos agroecológicos desenvolvidos em campo com a participação de agricultores locais têm finalidade experimental quanto à mensuração da ocorrência de insetos-praga e doenças. Entretanto, a partir das melhorias e

desenvolvimentos de tecnologias relacionadas ao manejo comunitário (BOEF et al., 2007), ao manejo ecológico de pragas (PRIMAVESI, 1988) e ao uso da biodiversidade no manejo agrícola (ALTIERI, 2003), os produtores agroecológicos envolvidos no projeto prevêm taxas de produtividade em torno de 100 caixas por mil pés plantados.

Os produtores agroecológicos participantes mostram-se envolvidos em atividades relacionadas à recuperação ambiental de nascentes e Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), como plantio de árvore em mutirões entre outras, e, desta forma, asseguram o cumprimento da legislação ambiental que, segundo Brancalion et al. (2010), são importantes instrumentos para a ampliação e a manutenção da biodiversidade natural.

Identifica-se que, devido aos investimentos financeiros relativamente baixos e as possibilidades de rentabilidade envolvidas nesta proposta de manejo agroecológico com utilização da Biodiversidade Florestal como insumo da produção agrícola, a mesma pode ser desenvolvida e adaptada às necessidades e ao perfil dos agricultores familiares e produtores de tomate da região de Apiaí – SP.

Não foi notado nenhum planejamento ou atividades ligadas à recuperação ambiental nas propriedades convencionais, provavelmente pelo fato de as terras utilizadas para a produção serem normalmente de terceiros.

Os produtores agroecológicos não necessitaram de irrigação para a manutenção da cultura devido a época de plantio, o que torna a sincronização com a sazonalidade climática do ambiente local uma estratégia de diminuição de custos e insumos.

As lavouras agroecológicas necessitaram pulverizações de produtos minerais e orgânicos, como a calda bordalesa e preparados vegetais (pimenta e alho), numa frequência semelhante aos produtores convencionais, devido à alta ocorrência do fungo causador da requeima do tomate nesta região (MINAMI, 1980) e da broca-pequena do tomate, responsável por grande parte das perdas de plantas nas lavouras destes produtores.

Foi confirmado em campo, mediante conversas e entrevistas junto aos produtores, um extenso histórico de incidentes relacionados à saúde dos

agricultores envolvidos no cultivo do tomate, decorrentes diretos do uso de agroquímicos, como desmaios, tonturas e problemas nas funções gástricas e hepáticas. Segundo Gravena (2003), e conforme constatado na pesquisa de campo, a cultura do tomate é conduzida sob intensa aplicação de agrotóxicos, muitas vezes combinados, sendo que nos cultivos convencionais a média foi de 36,4 pulverizações por ciclo, superior a média nacional de 30 pulverizações (GRAVENA, 2003).

Foi utilizado nos cultivos convencionais um total de 29 produtos químicos, em um padrão de classificação semelhante ao citado por Santos; Noronha (2001), para cultivos de tomate de mesa na região de Goiânia – GO, sendo sete pertencentes à classe toxicológica I (Altamente Tóxico), quatro à classe II (Muito Tóxico), oito à classe III (Tóxicos) e dez à classe IV (pouco Tóxicos), todos altamente perigosos à saúde humana e ao meio ambiente, segundo Andrei (1996).

O uso de equipamento de proteção individual (EPI) foi notado entre os produtores convencionais de tomate na região de Apiaí, porém de forma irregular por serem considerados muitas vezes desconfortáveis, como mencionado por Vicente et al. (1998), ou com equipamentos essenciais faltantes como luvas e outros, de forma que pode-se considerar a possibilidade de contaminação e intoxicação entre os trabalhadores envolvidos no manejo agrícola.

Entre os produtores agroecológicos foram utilizados produtos naturais e minerais como o calcário e o enxofre, junto com preparados de fumo (*Nicotiana tabacum*), primavera (*Bougainvillea spectabilis*), alho (*Allium sativum*) entre outros produtos da floresta, como folhas de cedro (*Cedrela fissilis*), além de iscas contra insetos, como o tajuá (*Cayaponia tayuya*), uma liana nativa, que atrai vaquinhas e outros insetos e os dispersa do cultivo de interesse (SANCHES; ISHIMURA, 2001).

5 CONCLUSÕES

1 – A incidência de insetos-praga na cultura do tomate mostrou-se inversamente correlacionada à biodiversidade presente no entorno dos cultivos. Os cultivos de tomate em sistema de manejo agroecológico, e com biodiversidade florestal presente em seus entornos, tiveram menor incidência de insetos do que os cultivos convencionais, mesmo estes fazendo uso severo de produtos agroquímicos repelentes e inseticidas.

2 – A ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas originárias de solos foi superior nos cultivos convencionais em relação aos agroecológicos experimentais. Isso devido ao fato de que nos convencionais tenha se verificado uma menor profundidade da camada de compactação do solo, que dificulta a drenagem e favorece o desenvolvimento dessas doenças.

3 – A presença da biodiversidade florestal no entorno dos cultivos não foi limitante à ocorrência do fungo *Phytophthora infestans* (requeima), que tem sua propagação pelo ar, estando presente em todos os cultivos acompanhados, no espaço, cujo controle só foi possível com a utilização de insumos orgânicos (agricultores orgânicos) ou fungicidas químicos (agricultores convencionais).

4 – O alto custo econômico e ambiental do cultivo de tomate em sistema convencional se deveu, principalmente, à dependência de insumos sintéticos químicos (fertilizantes e agrotóxicos) que eleva o custo de instalação e de cultivo. O custo socioambiental e de saúde para os produtores convencionais se mostrou alto, devido o mesmo ter reduzido significativamente as condições exigidas para a saúde e bem-estar dos produtores e para a produção de alimento saudável.

5 – Concluiu-se, experimentalmente, que a biodiversidade florestal no entorno dos cultivos de tomate pode ser, de maneira direta e indireta, um efetivo instrumento de manutenção da produção agrícola e equilíbrio da paisagem, auxiliando na regulação de populações de insetos-praga e de doenças. Essa questão é de alta importância para o agricultor familiar, de baixo poder aquisitivo, para obtenção de renda e qualidade de

vida, usando a biodiversidade como ferramenta. A biodiversidade é, portanto, um insumo que, se bem utilizado, pode diminuir custos de produção e melhorar a renda, a qualidade do trabalho e o produto final.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M.A. Developing sustainable agricultural systems for small farmers in Latin America. **Natural Resources Forum**, New York, v. 24, p. 97-105, 2000.

_____. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 93, p. 1-24, 2002.

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Soil Fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 72, p. 203-211, 2003.

ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirao Preto: Editora Holos, 2003. 226 p.

ALTIERI, M.A.; TODD, J.W.; HAUSER, E.W.; PATTERSON, M.; BUCHANAN, G.A.; WALKER, R.H. Some effects of weed management and row spacing on insect abundance in soybean fields. **Protection Ecology**, Amsterdam, v. 3, n. 4, p. 339 - 343, 1981.

ALVARENGA, M.A.R. Origem botânica e descrição das plantas. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004. p. 15-18.

ANDREI, O. **Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 5. ed. São Paulo: Organização Andrei, 1996. 506 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças**, 2010. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=284>>. Acesso em: 15 out. 2010.

BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução das plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 909p.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 79-93.

BIHN, J.F.; GEBAUER, G.; BRANDL, R. Loss of functional diversity of ant assemblages in secondary tropical forests. **Ecology**. Washington, v. 91, n.3, p. 782-792, 2010.

BOEF, S.; THIJSSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. **Biodiversidade e agricultores; fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre: LP&M, 2007. 271 p.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P.Y., NAVE, A.G.; GANDARA, F.B.; BARBOSA, L.M.; TABARELLI, M. Legal instruments can enhance high-diversity tropical forest restoration. **Revista Arvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455 - 470, 2010.

BRASIL. **Decreto Federal n. 750/93, de 10 de fevereiro de 1993**. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária, ou nos estágios avançado e médio de Regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/legislacoes/reserva/decreto_750_1993.pdf>. Acesso: 19 ago. 2010.

_____. **Lei Federal, n. 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o artigo 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm>. Acesso: 19 ago. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 10, de 01 de outubro de 2003**. Publicada no DOU: 03/11/1993. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res1093.htm>. Acesso: 19 ago. 2010.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas: a teoria da trofobiose. Tradução de M. J. Guazzelli. São Paulo: Expressão Popular, 2006. 320p.

CONSUEGRA, O.P.; MORALES, A.C.; LATERROT, H.E.; ANAÍS, G.B.J. **Mejora Genética y manejo Del cultivo de tomate para La producion en El Caribe**. Cuba: Ministério de La Agricultura, 2000. 319 p.

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

DEAN, W. **A ferro e fogo**: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484 p.

DeLOACH, C.J. The effect of habitat diversity on predation. **Proceedings Tall Timber Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management**, Tallahassee, v. 2, p. 223-242, 1970.

DIEGUES, A.C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Editora Hucitec, 1996a. 169 p.

_____. **As populações humanas em Áreas Naturais Protegidas da Mata Atlântica.** São Paulo: USP, NUPAUB. 1996b. Disponível em: <<http://www.usp.br/nupaub/ConflitosnaMataAtlantica.pdf>>. Acesso: 08 out. 2010.

DUELLI, P.; OBRIST, M.K.; FLUCKIGER, P.F. Forest edges are biodiversity hotspots - Also for Neuroptera. In: 7th International Symposium on Neuropterology, 2000, Budapeste. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae.** Budapeste, v. 48, suppl. 2, p. 75-87, 2002.

DYER, L.E.; LANDIS, D.A. Influence of noncrop habitats on the distribution of *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cornfields. **Environmental Entomology.** Lanham, v. 26, n.4, p. 924-932, 1997.

EHRlich, P.R. A perda da biodiversidade - causas e consequências. In: WILSON, E.O. (Ed.). **Biodiversidade.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 27-35.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliças. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).** Brasília, 1992. 22 p. (Documento, 11).

FAGUNDES, A.F.; ONUKI, N.S.; RAUPP, D.S.; GARDINGO, J.R.; BORSATO, A.V. Influência do grau de umidade na textura de tomate seco refrigerado ou envasado em óleo. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias,** Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 35-42, 2005.

FAO. **State of the world's forests.** Rome, 2007. p. 37-44,

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1972. 451 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da tolerância.** Organização e notas Ana Maria Araújo Freire. São Paulo: Editora UNESP, 2004. 329 p.

FRY, W.E.; MIZUBUTI, E.S. Potato late blight. In: JONES, D.G. (Ed.) **The epidemiology of plant diseases.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1998. p. 371-388.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GANDARA, F.B. Quanto os sistemas agroflorestais podem manter de biodiversidade? estudo de caso de plantas espontâneas e macro invertebrados do solo em Piracicaba, SP. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3., 2009, São Lourenço. **Anais...** p.1-3

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Editora Universidade UFRGS, 2001. 653 p.

GRANT, C.A.; LAFOND, G.P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a Clay soil in Southern Saskatchewan. **Canadian Journal Soil Science**. Ottawa, v. 73, n. 2, p. 223-232, 1993.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 281-299, 1992.

GRAVENA, S.; BENVÉGA, R. S. **Manual prático de manejo ecológico de pragas no tomate**. Jaboticabal: Gravena-ManEcol, 2003. 143p.

GRAVENA, S.; CHURATA MASCA, M. G. G.; ARAI, J.; RAGA, A. Manejo Integrado da Mosca Branca - *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinado visando redução de virose do mosaico dourado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 35-45, 1984.

GRELLE, C.A.V.; PINTO, M.P.; MONTEIRO, J.; FIGUEIREDO, M. S. L. Uma década da Biologia da Conservação no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 420-433, 2009.

HARPER, J.; HAWKSWORTH, D. Preface. In: HAWKSWORTH, D.L. (Ed.) **Biodiversity**, measurement and estimation. London: Chapman Hall, 1995. p. 5-11.

HELENO, R.H.; CEIA, R.S.; JAIME, J.A.; MEMMOT, J. Effects of alien plants on Insect abundance and biomass: a food-web approach. **Conservation Biology**, Oxon, v. 23, n. 2, p. 410 - 419, 2008.

HEYER, W.R.; RAND, A.S.; CRUZ, C.A.G.; PEIXOTO, O.L. Decimations, extinctions and colonizations of frogs populations in Southeast Brazil and their evolutionary implications. **Biotropica**, Washington, v. 20, p. 230-235, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades - Apiaí - SP. População e domicílios - **Censo 2000** com divisão territorial 2001. 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso: 19 ago. 2010.

_____. **Estimativas das populações residentes** em 1 de julho de 2009, segundo os municípios. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf>. Acesso: 19 ago. 2010.

_____. 2009. **Situação da Produção brasileira de Hortaliças no Brasil - 2008**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm>. Acesso: 15 out. 2010.

JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases. Their preparation and usage. **Canadian Plant Disease Survey**, Quebec, v. 51, n. 2, p. 39-65, 1971.

JEFFRIES, M. **Biodiversity and conservation**. London: Routledge, 1997.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUZA, L.M.I. Consequencias genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. S.; FERRAZ, P. A.; FURTADO, E. L.; SOUZA, A. D.; SEBBENN, A. M. Genetic gains in the selection for látex productivity in natural populations of *Hevea brasiliensis* in Chico Mendes reserve. A case study of the IAPs (Islands of High Productivity). **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, Piracicaba, v. 61, p. 79-85, 2002.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 607-626.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: Livroceres. 1979. 207 p.

LOPES, A.W.P.; BERGAMASCO, S.M.P.P. Práticas Agrícolas em Assentamentos Rurais no Estado de São Paulo: formas convencionais e alternativas de produção agroecológica. In: SIMPÓSIO SOBRE REFORMA AGRÁRIA E ASSENTAMENTOS RURAIS, 4., 2010. Assentamentos rurais 2010: controvérsias e alternativas de desenvolvimento, anais... In: CD-ROM.

LOVEJOY, T. E. Changes in biological diversity. In: BARNEY, G.O. (Ed.) **The global report to the president**. Penguin Books, 1980. v. 2.: Harmondsworth, p. 327-332.

LUNDGREN, J.G.; WYCKHUYS, K.A.G.; DESNEUX, N. Population responses by *Orius insidiosus* to vegetational diversity. **BioControl**, Dordrecht, v. 54, p. 135–142, 2009.

LUTZEMBERGER, J. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos - A teoria da Trofobiose. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, ano 3, n.16, p. 5-7, 2002.

MALAVOLTA JR., V. A. Doenças bacterianas em tomateiro: etiologia e controle. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 2004. **Seminário de Atualização Cadeia Produtiva do Tomate** 31/03/2004 e 01/04/2004. Mogi-Guaçu, SP. Disponível em <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/doebacter.pdf>> Acesso: 23 set. 2010.

MARINO, P.C.; LANDIS, D.A. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. **Ecological Applications**. Washington, v. 6, n. 1, p. 276-284, 1996.

MATTOS, C.R.R.; GARCIA, D.; PINARD, F.; LE GUEN, V. Variabilidade de isolados de *Microcyclus uley* no sul da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Jaboticabal, v. 28, p. 502-507, 2003.

MINAMI, K. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 397 p.

MOÇO, M.K.S.; GAMARODRIGUES, E.F.; GAMARODRIGUES, A.C.; CORREIA, M.E. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na Região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 29, p. 555-564, 2005.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2006. p. 203- 261.

ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 16. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 612 p.

OOSTRUM, J. Van. **Networking: concept or practice?** A participatory study with the Organic Matter Management Network members in Kakamega, Busia and Vihiga Districts. Nairobi: Association for Better Land Husbandry, 1996. 34 p.

OOSTRUM, J. Van, STIVEN, R. **A strategy for the Association of Better Land Husbandry**. Nairobi: Association for Better Land Husbandry, 1997. 34 p. (Informe, 4).

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. . 359 p.

PETERSEN, P. **Agricultura familiar camponesa na construção do futuro**. Rio de Janeiro: ASPTA, 2009. 168 p.

PIERRO, A. Gosto bom. **Cultivar: Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 2, p. 10-12, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE APIAI. **A cidade de Apiaí**. 2009. Disponível em: <http://apiai.sp.gov.br/cidade/index_.php?page=dados>. Acesso: 19 ago. 2010.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças**. São Paulo: Nobel, 1988. 137 p.

_____. **Agricultura sustentável: manual do produtor rural**. São Paulo: Nobel, 1992. 142 p.

RAGASSI, C.F. **Sistema de preparo profundo de solo e sucessão de gramíneas para o plantio de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA -RBMA. **Anuário da Mata Atlântica**, 500 anos de destruição. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/anuario/mata_03_anosdedestruicao.asp> Acesso: 19 ago. 2010.

RICK, C.M. Tomato. In: SIMMONDS, N.W. (Ed.) **Evolution of crop plants**, London: Longman, 1976. p. 269-273.

_____. Tomato - *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). In: SMART, J.; SIMMONDS, N. W. **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1995. p. 449–451.

SAMUELSON, A.P.; NORDHAUS, D.W. Análise de custos. In: SAMUELSON, A.P. (Ed.). **Economia**. 18. ed. Lisboa: McGraw-Hill. 1993. p. 139-181.

SANCHES, M.A.; ISHIMURA, I. Atratividade de sementes de taiuiá a *Diabrotica speciosa* em Acelga. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 97-101, 2001.

SANTOS, J.D.; KAGEYAMA, P.Y.; GUSSON, E.; CUNHA, G. **Diagnóstico da vegetação nas áreas florestais do assentamento Luiz David de Macedo - Apiaí/SP**. Programa de Pesquisa para Desenvolvimento de Assentamentos Rurais e Agricultura Familiar, Piracicaba: INCRA; FEALQ, 2008. 82 p.

SANTOS, M. M.; NORONHA, J. F.; Diagnóstico da cultura de tomate de mesa no município de Goianópolis, Estado de Goiás - Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, p. 29-34. 2001

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Florestal. Nidades de Conservação- Parques Estaduais. Disponível em: <<http://www.fflorestal.sp.gov.br/parquesEstaduais.php>>. Acesso: 28 out. 2010.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SHIMADA, H. Mina do Morro do Ouro, Apiaí (SP): de passivo ambiental a parque. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44, 2008, Curitiba. 1 CD-ROM.

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. **Soil Science Society of America Journal**. Madison, v. 58, p. 1775-1781, 1994.

SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. **Cultivo da batata doce**. Sistemas de Produção 6. Versão eletrônica. 2004. Embrapa Hortaliças. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/index.htm>>. Acesso: 08 out. 2010.

SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O. BOITEUX, L.S.; FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A.; MARQUELLI, W.; SILVA, W.L.C. e; LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. ; NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, W. **Cultivo de tomate para industrialização**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. Sistemas de Produção, 1. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/index.htm>. Acesso: 20 set. 2010.

SILVA, M.J.P. da. Reca: a base de uma agricultura alternativa com eficiência econômica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1259-1262, 2006.

SINGER, P. Economia solidária: democracia e conflitos entre iguais. **Otra Economia**, v. 1, n. 1, p. 14-16, 2007. Disponível em: <<http://www.riless.org/otraeconomia/singer.pdf>>. Acesso: 25 out. 2010.

SMITH, C.M.; BRUMMIT, N.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BACHMAN, S.; MOAT, J.; NICH LUGHADHA, E.M.; LUCAS, E.J. Plant diversity hotspots in the Atlantical Coastal Forests of Brazil. **Conservation Biology**, Boston, v. 23, n. 1, p. 151-163, 2008.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Informações sobre a Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=flora>>. Acesso: 19 ago. 2010.

SPERBER, C.F.; NAKAYAMA, K.; VALVERDE, M.J.; NEVES, F.S. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 5, p. 241–251, 2004.

STALHAM, M.A.; ALLEN, E.J.; ROSENFELD, A.B.; HERRY, F.X. Effects of soil compaction in potato (*Solanum tuberosum* L.) crops. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 145, p. 295-312, 2007.

TAVARES, C.A.M. Ataque dos vírus. **Cultivar: Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 2, n. 17, p. 26-29, 2003.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER, J.J. Soil strength-root penetration relations to towards a system with multiple signaling. **Soil and Tillage Research**. Amsterdam, v. 30, p.217-243, 1994.

THORNTON, M.; STARK, J.; HOPKINS, B. G.; THORNTON, R. E. Selecting and preparing the planting site. In: JOHNSON, D. A. (Ed.). **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. chap. 5 p. 23-30.

TOKESHI, H.; ALVES, M.C.; SANCHES, A.B.; HARADA, D.Y. Control of *Sclerotinia sclerotiorum* with effective microorganisms. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, p.146-154, 1997.

TOMAS, F.L.; SALUSTIO, P.E.B.; KAGEYAMA, P.Y.; TOKESHI, H. Influência da biodiversidade florestal do entorno e da distância entre cultivos de tomate (*Lycopersicon sculentum*), na dinâmica e ocorrência de insetos e doenças. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 2425-2428, 2009.

TORMENTA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 22, p. 573-581, 1998.

TRIOLA, F.M. **Introdução a estatística**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998. p. 234-271.

VELOSO, H.P. Sistema fitogeográfico. In: INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. p. 9-38. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

VICENTE, M.C.M.; BAPTISTELA, C.S.L.; COELHO, J.P.; LOPES JUNIOR, A. Perfil do aplicador de agrotóxicos na agricultura Paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, p. 35-47, 1998.

VIVAN, J.L. **Pomar ou floresta: princípios para manejo de agroecossistemas**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 96 p.

_____. **Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 207 p.

WILSON, E.O. A Situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E.O. (Ed.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 3-24.

ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. 5th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010. 944 p.

ANEXOS

Anexo A- Dados gerais sobre o município de Apiai – SP

Dados do Município de Apiai-SP

Fundação	14 de agosto de 1771
Área do município	1.005,73 km ²
Marco central 1	Igreja Matriz
Altitude	1050 m
Latitude	24°30'35.19311 Sul
Longitude	48°50'33.47928 Oeste
Coordenada	SAD 69
Clima	Subtropical, Temperado/ Super úmido
Topografia	Montanhoso com declives e planaltos
Hidrografia	Ribeira de Iguape, Pilões, Macacos, Tijuco, Palmital, Claro, Saivá e Estiva
Solos principais	Massapés e Latossolos
População	27.136 hab (IBGE, 2000)
Densidade demográfica	26,98 hab/ km ²

 Fonte: Prefeitura Municipal de Apiai – SP (2009)

Anexo B - Dados de custos, produtividade e rentabilidade entre produtores de tomate em sistemas de cultivo agroecológico experimental e convencional comparativo no município de Apiaí-SP

	Sistemas de cultivo	
	Agroecológicos	Convencional
Propriedade 1		
Total de caixas	18 comercializadas (23 produzidas)	8.500
Custo/ caixa	R\$ 37,00	R\$ 22,35
Custo total de produção	R\$ 848,00	R\$ 190.000,00
Renda bruta	R\$ 1.125,00	R\$ 205.000,00
Renda líquida	R\$ 277,00	R\$ 15.000,00
Preço médio/ caixa	R\$ 62,50	R\$ 24,11
Propriedade 2		
Total de caixas	9 comercializadas (13 produzidas)	5.000
Custo/ caixa	R\$ 65	R\$ 17,00
Custo total de produção	R\$ 848,00	R\$ 185.000,00
Renda bruta	R\$ 562,00	R\$ 71.000,00
Renda líquida	- R\$ 285,50	-R\$ 14.000,00
Preço médio/ caixa	R\$ 62,50	R\$ 14,20
Propriedade 3		
Total de caixas	40 comercializadas (55 produzidas)	10.640
Custo/ caixa	R\$ 15	R\$ 15,04
Custo total de produção	R\$ 848,00	R\$ 160.000,00
Renda bruta	R\$ 3.000,00	R\$ 175.000,00
Renda líquida	R\$ 2152,00	R\$ 15.000,00
Preço médio/ caixa	R\$ 75,00	R\$ 16,45
Propriedade 4		
Total de caixas	3 comercializadas (6 produzidas)	3.320
Custo/ caixa	R\$ 141	R\$ 13,16
Custo total de produção	R\$ 848,00	R\$ 70.000,00
Renda bruta	R\$ 225,00	R\$ 76.000,00
Renda líquida	- R\$ 623,00	R\$ 6.000,00
Preço médio/ caixa	R\$ 75,00	R\$ 14,28
Propriedade 5		
Total de caixas	4 comercializadas (8 produzidas)	4.050
Custo/ caixa	R\$ 106	R\$ 18,68
Custo total de produção	R\$ 848,00	R\$ 75.650,00
Renda bruta	R\$ 225,00	R\$ 48.650,00
Renda líquida	- R\$ 623,00	- R\$ 27.000,00
Preço médio/ caixa	R\$ 75,00	R\$ 12,01

Anexo C - Características socioeconômicas de produtores de tomate no município de Apiai – SP acompanhados pelo projeto

Característica atividade	Produtor agroecológico	Produtor convencional
Nº de produtores acompanhado e entrevistados	2 produtores em 2009/ 3 em 2010	2 produtores em 2009/ 3 em 2010
Relação com a terra que planta	Assentado do PNRA	4 arrendatários, 1 proprietário
Custo da terra para plantio	Terra própria	R\$ 1600,00/ ha (média)
Destinatários da produção	Projetos de compra direta/PAA	Pedras CEASA
Forma de custeio da produção	Recurso próprio, empréstimo, auxílio projeto	3 empréstimo da pedra CEASA; 2 custeio próprio
Tempo diário de trabalho dispendido pelo produtor	2 a 3 h/ dia	10 a 12 horas/ dia
Tipo de mão-de-obra empregada	Própria e familiar	Empregada – CLT
Número de pessoas envolvidas na cultura	1 pessoa a cada mil pés	1 trabalhador para cada 5 mil pés
Média de aplicações de defensivos	36 pulverizações combinadas de produtos orgânicos e nim	36 pulverizações combinadas (média)
Natureza dos insumos empregados	Mineral e orgânica	Sintética e química
Perspectiva de uso da área agrícola (ciclo de uso)	Um ano com 3 anos de pousio	Um ano com pelo menos 20 de pousio
Tempo de colheita e produção total /1000 pés	Aprox. 3 meses	
Equipamentos de irrigação empregados	Não utiliza	Tubulação alumínio ¾ e 1 pol. Bombas hidráulicas
Insumos da irrigação (combustível, peças, outros)	Não utiliza	Manutenção geral dos maquinários
Equipamentos de pulverização empregados	Bomba costal 20 l	Gás tanque hidráulico com mangueiras e bicos
Insumos da pulverização (bicos, roupas, outros)	Não houve irrigação	Um kit de EPI/ safra/ trabalhador
Equipamentos de transporte empregados	Tração animal, tratores de uso comunitário	Tratores próprios com carretas
Histórico de contaminação	Nenhum	Recorrentes tonturas e relatos de mal-estar
Uso do EPI	Coletes e máscaras para aplicação de calda bordaleza	Completo paa defensivos de alta capacidade. Contam
Atividades de recuperação ambiental ou compensação	Averbação, reflorestamento, e manutenção APP e RL	Não identificada