

Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica

Plant health from the perspective of agroecological transition

DOI 10.17648/2446-4775.2019.804

Lopes, Paulo Rogério¹; Araújo, Keila Cássia Santos²; Rangel, Iara Maria Lopes³.

¹Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral, Gabinete 2 (Agroecologia), Rua Jaguariaíva, n. 512, Caiobá, CEP 83260-000, Matinhos, PR, Brasil.

²Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral, Rua Valdir Muller, 927, Caióba, CEP 83260-000, Matinhos, PR, Brasil.

³Escola Popular de Agroecologia e Agrofloresta Egídio Brunetto – Coordenação da Equipe Paulo Kageyama do Projeto Assentamentos Agroecológicos, Prado, BA, Brasil.

*Correspondência: agroecologialopes@gmail.com.

Resumo

Os avanços na área de manejo alternativo de “pragas” e “doenças” têm contribuído significativamente com os agricultores agroecológicos, com a saúde ambiental e com a sociedade, que procura por alimentos saudáveis e isentos de substâncias tóxicas. Neste sentido, o presente ensaio traz uma revisão teórica acerca desta perspectiva agroecológica de manejo de pragas e doenças de plantas. Para elaboração do ensaio utilizou-se parte da revisão teórica da tese do autor e foram realizadas novas buscas bibliográficas com foco em artigos, livros, teses e dissertações que trazem uma abordagem aplicada acerca do tema fitossanidade em agroecossistemas. Verificou-se que a Agroecologia traz uma abordagem sistêmica e integrada para a compreensão dos processos concernentes à sanidade vegetal, apontando caminhos, práticas, ferramentas, métodos e mecanismos de avaliação e controle. Dentre as principais estratégias destaca-se o uso da biodiversidade como ferramenta no manejo da sanidade dos sistemas produtivos. Ressaltamos a importância do redesenho dos agroecossistemas, da implantação de sistemas agroflorestais (biodiversidade intrínseca) e da conservação dos ecossistemas naturais (biodiversidade do entorno) neste processo de busca pela resiliência e sanidade das plantas.

Palavras-chave: Biodiversidade, Agroecologia, Controle Biológico, Resiliência.

Abstract

Advances in the area of alternative pest and disease management have contributed significantly to agroecological farmers, to environmental health and to society, which is looking for healthy foods, free of toxic substances. In this sense, the present essay presents a theoretical revision about this agroecological perspective of pest management and plant diseases. For the elaboration of the essay, part of the theoretical revision of the thesis of the author was used and new bibliographical searches were conducted focusing on

articles, books, theses and dissertations that bring an applied approach on the theme of plant health in agroecosystems. It was verified that Agroecology brings a systemic and integrated approach to the understanding of processes related to plant health, pointing out ways, practices, tools, methods and mechanisms of evaluation and control. Among the main strategies is the use of biodiversity as a tool to manage the sanity of production systems. We emphasize the importance of the redesign of agroecosystems, the implantation of agroforestry (intrinsic biodiversity) and the conservation of natural ecosystems (surrounding biodiversity) in this search process for the resilience and sanity of plants.

Keywords: Biodiversity, Agroecology, Biological Control, Resilience.

Introdução

Somente no ano de 2019, até o dia 06 do mês de agosto, foram liberados 290 novos agrotóxicos^[1]. As liberações estão relacionadas ao crescente apoio do Ministério da Agricultura ao agronegócio, desconsiderando seus efeitos deletérios à saúde humana, à biodiversidade e sua persistência e acumulação ambiental. Uma parte considerável dos agrotóxicos aplicados é perdida, pois, calcula-se que cerca de 90% desses produtos não atingem o alvo, mas são dispersos no ambiente e têm como destino os reservatórios de água e, principalmente, o solo^[2]. Os motivos dessas perdas são os mais diversos, dentre os quais está a aplicação inadequada, tanto em relação à tecnologia quanto ao momento de aplicação, pois, em alguns casos, a praga ou o patógeno nem estão presentes na área, mas o agricultor ainda se baseia em calendários, e não na ocorrência e nível de dano econômico, para realizar as aplicações. Ressaltamos que, mesmo as aplicações que seguem os moldes e protocolos da tecnologia de aplicação não retiram totalmente as chances de ocorrência de contaminação ambiental, ingestão humana e possíveis intoxicações de animais e seres humanos. Dessa forma, justifica-se apresentar, multiplicar e construir alternativas agroecológicas de manejo de insetos, plantas, agroecossistemas, vírus, bactérias, fungos e outros microorganismos, rompendo-se totalmente com o uso de agrotóxicos no manejo sanitário de cultivos agrícolas.

O Sistema Nacional de Informações Tóxico Farmacológicas (Sinitox), em 2004, lançou um estudo de uma série acumulada de intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil, datadas entre 1989 e 2004, notificando o alarmante número de 1.055.897 de intoxicações acumuladas e 6.632 óbitos pelo mesmo motivo^[3]. Mesmo com esses números elevados de intoxicações e mortes de agricultores, dentre outros problemas oriundos da utilização de agrotóxicos, a indústria química do setor cresce de maneira significativa. Com isso, o consumo médio de agrotóxicos no Brasil aumentou em relação à área plantada, passando de 10,5 litros por hectare em 2002 para 12 litros por hectare em 2011^[4]. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (Para), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária^[5] verificou que um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros estava contaminado^[4].

Os produtores acreditam que o acréscimo da dose dos agrotóxicos aumenta a eficácia dos mesmos, o que favorece ainda mais a seleção de insetos e patógenos resistentes a esses produtos^[6].

No entanto, sabe-se que é impossível erradicar patógenos, insetos ou plantas invasoras no campo e que, além de tudo, isso seria desnecessário, devendo-se realizar um balanço entre os riscos e os benefícios das medidas de controle no momento exato^[2]. Pois, segundo os pesquisadores, enquanto na agricultura convencional a recomendação é de que as plantas espontâneas, consideradas invasoras, são um obstáculo

a ser superado, na agricultura orgânica tenta-se tirar proveito desse importante recurso para o processo produtivo. Afinal, elas realizam a ciclagem de nutrientes e atuam no aporte de matéria orgânica ao solo e no controle da erosão, como abrigo de inimigos naturais e de predadores, como substrato para microrganismos do solo e como cobertura e importante fator na conservação da água no solo.

Por esses e outros motivos, a agricultura de base ecológica tem se expandido nos últimos anos. A pressão exercida pela sociedade por alimentos sem resíduos de agrotóxicos e produzidos de maneira sustentável, em um propósito de produção aliada à conservação dos recursos naturais, também tem sido importante nesse processo de produção de alimentos orgânicos e/ou agroecológicos. Além disso, o movimento agroecológico teve notória ascensão no Brasil e no mundo, uma vez que a busca por um planeta mais justo, limpo, sustentável e equitativo tem sido pautada em diversas esferas políticas, sejam elas educacionais, agrárias, creditícias e legais, dentre muitas outras.

Os agricultores, principalmente os familiares, têm encontrado no sistema de manejo agroecológico uma rentabilidade financeira satisfatória, fato que tem impulsionado o interesse em realizar a transição agroecológica da unidade de produção. Por outro lado, outra parcela de agricultores com formação técnica, política e ambiental vem crescendo a cada dia, em virtude dos movimentos sociais do campo terem adotado a Agroecologia como ciência e prática orientadora dos processos produtivos nos assentamentos da reforma agrária, buscando uma agricultura mais autossuficiente, confiável, ética, ecológica e produtiva. Tais agricultores possuem motivações que vão muito além da questão monetária, pois trabalham com o princípio de que a produção de alimentos saudáveis, ricos nutricionalmente e isentos de agrotóxicos, a um preço mais acessível, é um direito dos consumidores e de suas famílias.

Apesar dos cursos na área das ciências agrárias, em universidades públicas e privadas, terem um viés de formação e qualificação profissional muito mais voltado para o agronegócio, atrelado ao uso de agrotóxicos, fertilizantes, máquinas e sementes, entre outros, nos últimos dez anos foram criados, no Brasil, muitos cursos de nível médio e superior voltados para a produção agropecuária agroecológica, destacando-se os cursos técnicos em Agroecologia (bacharelado, licenciatura e tecnológico), além de especializações em Agroecologia e Agricultura Familiar, Mestrado e Doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, dentre muitos outros.

Tal fato tem contribuído com a expansão da agricultura de base ecológica ou alternativa, também propagada como agricultura agroecológica, biológica, natural, biodinâmica, sustentável e/ou orgânica, cuja compreensão acerca do manejo sanitário possui perspectivas sistêmicas. Apesar de todas essas vertentes de estilos de agricultura terem um propósito de sustentabilidade, possuem suas particularidades, devendo ser observadas.

Um ponto em comum nessas “escolas”, estilos e/ou sistemas de manejo agrícola é a isenção e/ou proibição do uso de agrotóxicos no controle de doenças, pragas e ‘ervas espontâneas’, sendo este um princípio norteador. Dessa forma, manejos alternativos às moléstias que acometem as plantas se tornaram uma necessidade por parte dos agricultores orgânicos e/ou agroecológicos.

Assim, a área de manejo alternativo de “pragas” e “doenças” tem dado uma contribuição significativa aos agricultores que têm optado por adotar sistemas alternativos de produção de alimentos. Neste sentido, o presente ensaio traz uma revisão bibliográfica, estado da arte, acerca desta perspectiva agroecológica de

manejo de “pragas” e doenças de plantas, com o objetivo de apontar possíveis caminhos, práticas, ferramentas, processos, métodos e mecanismos voltados à fitossanidade de base ecológica.

Material e Método

O referido artigo foi construído a partir de resenhas, revisões bibliográficas, vivências e pesquisa científica realizada pelos autores nos últimos 14 anos.

Resultados e discussão

Abordagem holística e sistêmica do manejo alternativo de pragas e doenças

As comunidades de plantas que têm sido modificadas para atender às necessidades especiais de alimentos e fibras aos seres humanos são altamente suscetíveis a danos causados por pragas^[7].

Os ditames da agricultura convencional baseados na utilização de agrotóxicos, monocultura e adubos químicos alteram as populações dos inimigos naturais, favorecendo o surgimento das pragas^[8]. Em outras palavras, o desequilíbrio populacional de uma determinada espécie de inseto pode representar um risco econômico à agricultura. No entanto, nem sempre essa espécie de inseto poderá ser considerada uma praga. Este limiar depende da sua incidência e severidade. Se sua incidência é baixa e, portanto, está abaixo do nível de dano econômico, não causará prejuízos à cultura. Assim, o emprego sistemático de agrotóxicos induz o desenvolvimento de resistência por parte dos fitófagos ou patógenos, o que acaba exigindo dosagens crescentes desses produtos^[9].

Para Gliessman^[9], apenas em um sistema de produção com elevada diversidade existe potencial para ocorrer interações positivas, sendo que a biodiversidade propicia modificações positivas nas condições abióticas e atrai populações de artrópodes benéficos, regulando, assim, a população de pragas. Muitos estudos têm apontado o mesmo cenário para as doenças, pois os agroecossistemas diversificados promovem condições propícias ao desenvolvimento de processos de controle biológico de microrganismos patogênicos. Segundo Khatounian^[6] as plantas coevoluíram com muitos organismos, incluindo animais, grandes e pequenos, microrganismos e outros vegetais.

No passado, o manejo integrado de pragas e doenças era utilizado para diminuir os impactos das substâncias tóxicas no meio ambiente, sendo considerado uma das primeiras respostas da agroecologia aos problemas ocasionados pela modernização da agricultura nos EUA^[10].

Segundo Lopes^[8], o manejo ecológico de pragas e doenças pressupõe, obrigatoriamente, conhecimentos que esclareçam o nível populacional das pragas e a incidência das doenças nos agroecossistemas, possibilitando que as tomadas de decisões sejam pautadas corretamente e, conseqüentemente, o manejo dessas moléstias. Portanto, segundo o autor, o monitoramento das pragas e doenças se caracteriza em uma importante ferramenta capaz de mensurar o estado de desenvolvimento e os danos causados no agroecossistema.

Para entender os processos que conduzem ao surgimento e evolução de pragas e doenças é necessário realizar uma análise holística do agroecossistema afetado, levando em consideração outros elementos, tais

como: solo, clima, microclima, agrobiodiversidade, biodiversidade, práticas culturais e ecologia do ambiente e das espécies envolvidas^[8].

Ainda segundo o autor, no início da transição agroecológica, processo de transformação de um agroecossistema convencional para um sistema de produção orgânico ou agroecológico, deve-se adotar o uso de defensivos alternativos em detrimento aos agrotóxicos, por um período curto de tempo, para que se faça um controle alternativo das pragas e doenças até que o agroecossistema se restabeleça e torne-se resiliente. Os defensivos ecológicos podem ser preparados nas próprias unidades produtivas por meio de recursos vegetais (extratos de ervas, arbustos e fumo, entre outros), materiais orgânicos - esterco fresco ou fungos - oriundos da propriedade e de outros componentes encontrados no comércio local, como micronutrientes: cobre, zinco, boro, cálcio e ferro, entre outros. Além disso, o manejo cultural torna-se fundamental no manejo alternativo de doenças vegetais.

As condições climáticas também são importantes na proliferação de pragas e doenças. A elevação da temperatura do solo para além de uma faixa considerada ideal induz à respiração excessiva das raízes, podendo levar à produção de metabólitos sólidos. A temperatura do solo, associada a outras variáveis, influencia no processo de nutrição das plantas^[6].

Segundo Primavesi^[11], as culturas em “roça nova”, ou seja, em área recém desmatada, com elevado teor de matéria orgânica e nutrientes, dificilmente são atacadas por pestes. Pois à medida que a bioestrutura do solo decai, aumenta a suscetibilidade das plantas às pragas e doenças. Ele afirma também que a sanidade vegetal, de um ou outro modo, está ligada à sanidade do solo: em solo decadente é difícil criar culturas sadias. Plantadores de soja no Paraná sabem que, em roça nova, a cultura é sadia; em terra velha de cultura, a soja constitui um verdadeiro ambulatório de pragas e doenças.

Primavesi^[12] afirma que a agricultura ecológica, antes de tudo, tenta restabelecer o ambiente e o solo. Possui enfoque causal e procura evitar os problemas ao invés de combatê-los, além de trabalhar com ciclos e sistemas naturais. Quanto mais diversificado for o nosso agroecossistema, que é um sistema ecológico transformado pelo ser humano para fazer agricultura, mais equilibrado ele será e maior será o número de espécies que ajudam a controlar o que denominamos "pragas"^[13].

Para Altieri^[14], a diversidade pode ser aumentada no tempo, mediante o uso de rotações de culturas ou cultivos sequenciais, e no espaço, por meio do uso de culturas de cobertura, cultivos intercalares, sistemas agroflorestais e sistemas integrados de produção vegetal e animal. A diversificação da vegetação tem como resultado tanto o controle de pragas, pela restauração dos agentes naturais e quebra do ciclo dos patógenos, como também a otimização da ciclagem de nutrientes e a maior conservação da água, do solo e da energia, com menor dependência de insumos externos.

Apresenta-se, a seguir, um resumo esquemático evidenciando as principais estratégias e bases importantes na construção de agroecossistemas resilientes e autossuficientes (**FIGURA 1**), com propósito de promoção de sanidade vegetal, em uma perspectiva agroecológica.

FIGURA 1: Bases para a sanidade vegetal na perspectiva agroecológica.

Diversidade biológica e sanidade vegetal

Várias estratégias que diminuem a ocorrência de doenças podem ser utilizadas na proteção de plantas, nas quais as espécies suscetíveis podem ser cultivadas em menores densidades enquanto outras mais resistentes podem ser cultivadas nos espaços entre elas. Da mesma maneira, o uso de multilinhas pode oferecer o mesmo resultado, consistindo na mistura de linhagens agronomicamente semelhantes, mas que diferem geneticamente entre si por apresentarem diferentes genes de resistência vertical^[2].

De acordo com os autores, existem outras formas de aumentar a diversidade nos agroecossistemas, que consequentemente proporcionam maior complexidade e mais estabilidade no sistema, destacando-se o cultivo em faixas e as agroflorestas. As culturas devem pertencer a famílias diferentes. Assim, os patógenos e as pragas de uma não atingem a outra e há uma redução da ocorrência dos problemas fitossanitários^[2].

Dessa forma, as espécies raras por serem muito atacadas por insetos e microrganismos devem ser cultivadas em baixa densidade, procurando imitar sua distribuição populacional que ocorre nos ecossistemas naturais. Já as espécies comuns (pioneiras e climáticas) têm menos problemas sanitários e podem ser plantadas em densidades maiores^[15]. Ademais, não podemos esquecer que todas as plantas domesticadas já foram selvagens um dia, e conviviam com outras espécies vegetais e animais. A hipótese de Janzen-Connell é uma explicação amplamente aceita para a manutenção da biodiversidade de espécies arbóreas em florestas tropicais, pois esse mecanismo promove a sobrevivência de diversas espécies de plantas dentro de uma mesma região.

Esses conhecimentos podem ser devidamente utilizados nos contextos agrícolas, nas restaurações de áreas degradadas e na recomposição florística de áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente, uma vez que os modelos de sistemas produtivos e conservacionistas podem, preferencialmente, ser planejados de maneira a manter a diversidade biológica^[15].

Os sistemas agroflorestais são constituídos pelo cultivo de diversas espécies e famílias de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas, no mesmo tempo e espaço, podendo, o componente animal estar presente também. Esses sistemas biodiversos dificultam a proliferação de pragas e doenças por diversos motivos, podendo-se citar: a diminuição da densidade de indivíduos da mesma espécie (diminuição de recurso trófico); a influência da diversidade genética e de espécies na tolerância e resistência às moléstias fitossanitárias; as barreiras físicas proporcionadas pelas próprias plantas presentes na bordadura do agroecossistema, que dificultam a dispersão dos patógenos; o condicionamento microclimático que propicia melhores condições para o estabelecimento de colônias de fungos e bactérias antagonistas aos patógenos; a diminuição da população de insetos herbívoros, vetores de doenças; e o aumento da fertilidade do solo, melhorando a nutrição das plantas, o que também confere resistência aos vegetais, dentre muitos outros benefícios ecológicos, econômicos e sociais.

A resiliência e a sanidade dos agroecossistemas estão relacionadas com a resistência genética das plantas e com a diversidade e densidade populacional das espécies vegetais presentes no sistema, uma vez que as plantas coevoluíram com os insetos^[15]. De acordo com a hipótese de Janzen-Connell, as espécies comuns (climáticas na sucessão), que aparecem em maior densidade populacional, desenvolveram substâncias químicas (compostos secundários) para defender-se dos insetos herbívoros e doenças, enquanto as espécies raras (secundárias tardias) não desencadearam este processo de defesa natural, sendo muito suscetíveis a essas moléstias^[16,17]. Por este motivo, as espécies raras possuem uma dinâmica espacial bem diferente das comuns, pois onde há baixa densidade populacional (menos de um indivíduo adulto por hectare), teoricamente, se “escondem” dos seus predadores naturais^[15]. Segundo a hipótese de Janzen-Connell, os efeitos de herbívoros e doenças reduzem a densidade de plântulas jovens próximas à planta mãe^[16,17].

Estratégias alternativas de controle que podem ser utilizadas ao longo da transição agroecológica

Uso de plantas tolerantes e resistentes

A resistência pode se manifestar de diferentes modos quanto à estabilidade e à especificidade, sendo regida geneticamente também de modo diferenciado. Conforme suas características, a resistência pode ser classificada como vertical ou horizontal^[18].

Pode ser conceituada como resistência conferida por um ou mais genes (monogênica ou oligogênica), com expressão de genes maiores, apresentando resistência a raças específicas e, normalmente, revelando pouca estabilidade^[18].

A resistência vertical é condicionada por poucos genes de expressão maior, a transferência destes para outro material dentro do programa de melhoramento é facilmente realizada por meio de simples cruzamentos, sendo o maior obstáculo para a utilização deste tipo de resistência a facilidade com que os patógenos neutralizam tais genes, principalmente devido a seus mecanismos de geração de variabilidade genética, mutações e recombinação, tomando a resistência da raça específica pouco durável^[18].

Segundo Van der Plank, em 1975 apud Matiello et al.^[18], a resistência horizontal é uniforme, condicionada por vários genes (poligênica) de pequeno efeito, raça não específica, geralmente durável, não existindo

interação diferencial entre as raças do patógeno e as variedades do hospedeiro. Ainda de acordo com o autor, a resistência horizontal possui as seguintes características: o patógeno apresenta baixa penetração e esporulação; os genes que condicionam a resistência são recessivos e interagem entre si; e não há especificidade para uma determinada raça, ou seja, a resistência é efetiva para um amplo espectro de raças patogênicas.

Apesar de as plantas não possuírem sistema imunológico como os animais, elas apresentam uma série de mecanismos que as fazem resistentes a doenças e pragas^[19].

Segundo Taiz e Zeiger^[20], existem três classes de compostos que conferem proteção à superfície da planta: cutina, suberina e ceras. A cutina é encontrada na maioria das partes aéreas; a suberina está presente nas partes subterrâneas, nos caules lenhosos e nos ferimentos cicatrizados; e as ceras estão associadas à cutina e à suberina. Associadas, a cutina, a suberina e as ceras formam barreiras entre as plantas e seus ambientes e agem evitando a dessecação e a entrada de patógenos.

Existem, ainda, os compostos orgânicos, também denominados metabólitos secundários, que defendem os vegetais contra herbívoros e patógenos^[20]. Para os autores, dentre os principais compostos destacam-se os terpenóides (ou terpenes), compostos tóxicos e deletérios para muitos insetos e mamíferos herbívoros, destacando-se os piretroides e a azadiractina (extraída da planta conhecida como neem), com atividade inseticida; os óleos essenciais, com propriedades repelentes de insetos; os cardenolídeos; e as saponinas, de gosto amargo e extremamente tóxico para os animais superiores. Outros compostos secundários são as substâncias nitrogenadas, principalmente os alcaloides, os glicosídeos cianogênicos, os glucosinatos, os aminoácidos não-proteicos e as proteínas antidigestivas.

Para o bom funcionamento da via do ácido chiquímico é vital o suprimento adequado de micronutrientes, que entram como catalisadores de inúmeras reações bioquímicas^[19]. A resistência pode ser aumentada por mudanças na anatomia (por exemplo, células epidérmicas mais espessas e maior grau de lignificação e/ou silicificação) e por mudanças nas propriedades fisiológicas e bioquímicas (por exemplo, maior produção de substâncias repelentes ou inibidoras). A resistência pode ser particularmente aumentada pela alteração nas respostas da planta aos ataques parasíticos, através do aumento da formação de barreiras mecânicas (lignificação) e da síntese de toxinas (fitoalexinas).

Ainda de acordo com Yamada^[19], dentre as explicações existentes no contexto de manejo das doenças fúngicas por meio da nutrição balanceada, destacam-se a eficiente barreira física, evitando a penetração das hifas, através de cutícula espessa, lignificação e/ou acumulação de silício na camada de células epidérmicas; o melhor controle da permeabilidade da membrana citoplasmática, evitando assim a saída de açúcares e aminoácidos, que nutrem os patógenos, para o apoplasto, ou espaço intercelular; e a formação de compostos fenólicos, com distintas propriedades fungistáticas.

O excesso de nitrogênio pode favorecer a proliferação de doenças fúngicas, principalmente nos casos onde fósforo (P) e potássio (K) estiverem em níveis abaixo do essencial às plantas^[19]. Para Chaboussou^[21], a incidência de pragas e doenças está relacionada à nutrição ou intoxicação das plantas, pois uma planta bem nutrida e saudável apresenta uma composição equilibrada. Entretanto, a proliferação e a intensidade do ataque de pragas (insetos, ácaros e nematoides) e doenças (fungos, bactérias e vírus) estão diretamente relacionadas com o estado nutricional das plantas. Assim, plantas com desbalanço nutricional ficam

suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, disponibilizando em sua seiva compostos que os microrganismos e insetos necessitam para sua manutenção e sobrevivência. Pois, o autor afirma que as adubações nitrogenadas com adubos sintéticos, principalmente quando realizadas em excesso, favorecem o aumento de aminoácidos e açúcares solúveis nos tecidos vegetais, sendo essas substâncias essenciais à vida dos insetos e patógenos.

Muitos produtos envolvidos na defesa da planta, tais como lignina, tanino e fitoalexinas, têm origem bioquímica na rota do ácido chiquímico, sendo as fitoalexinas um componente importante neste arsenal de defesa vegetal. Os micronutrientes, principalmente manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B), são imprescindíveis para o bom funcionamento da rota do ácido chiquímico^[19]. Concentrações extremamente pequenas de glifosato podem comprometer a síntese de fitoalexinas. A integridade das membranas celulares é determinante na sanidade da planta, por evitar o vazamento de solutos orgânicos, que são nutrientes para pragas e patógenos. O boro e o zinco têm papéis importantes no controle da permeabilidade das membranas. A resistência de plantas às pragas e doenças pode ser afetada pelo manejo da cultura, tanto para mais como para menos.

Além de a nutrição mineral atuar na produção e no crescimento das culturas, o efeito dos nutrientes pode também influenciar de forma secundária, levando a modificações no crescimento, morfologia, anatomia e na composição química das plantas^[18].

A busca da resistência horizontal nas plantas cultivadas é de fundamental interesse para o melhoramento genético, pois à medida que se encontram genótipos com vários genes condicionando a resistência, a probabilidade de o patógeno vencer ou "quebrar" a resistência, por seus mecanismos naturais de geração de variabilidade, é muito pequena - por isso, a resistência horizontal é caracterizada pela estabilidade e durabilidade^[18].

Estratégias culturais

O controle cultural consiste em algumas práticas culturais que visam favorecer o hospedeiro e criar condições que desfavoreçam o patógeno, interferindo na sobrevivência, na produção e na disseminação do inoculo dos agentes causais das doenças. A maioria das práticas culturais relatadas abaixo também se aplica ao controle de pragas^[22].

Bedendo et al.^[22] citam diversas práticas culturais utilizadas e os processos envolvidos, preferencialmente de maneira sincronizada, para diminuir os efeitos das doenças sobre a produção de plantas cultivadas:

- *Rotação de culturas;*
- *Realização de roquing;*
- *Eliminação de plantas voluntárias ou tigueras;*
- *Eliminação de hospedeiros alternativos;*
- *Eliminação de restos de cultura;*
- *Preparo do solo;*
- *Incorporação de matéria orgânica ao solo;*
- *Época de plantio;*
- *Densidade de plantio;*
- *Irrigação e drenagem;*

- *Nutrição mineral;*
- *pH do solo;*
- *Poda de limpeza;*
- *Barreira física;*
- *Superfícies repelentes a vetores;*
- *Práticas de desinfecção;*
- *Semeadura;*
- *Plantio na direção contrária ao vento predominante.*

Biodiversidade: ferramenta no manejo da sanidade dos sistemas

De acordo com Schlindwein^[23], é quase unanimidade entre os conservacionistas e manejadores ambientais a ideia da relação entre a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio da natureza.

Essa biodiversidade natural, compreendida desde a escala genética até a ecossistêmica, é a fonte de todas as plantas e animais que são utilizados atualmente na produção agropecuária^[24]. Percebe-se que a biodiversidade é a essência na operação dos mecanismos ecológicos internos de controle do equilíbrio^[25], pois quanto maior o número de espécies presentes em um determinado ecossistema, maior será o número de interações tróficas entre seus componentes e, conseqüentemente, a estabilidade tenderá a aumentar^[26-28].

A complexidade característica de um sistema como um todo se torna a base para interações ecológicas fundamentais no desenho de agroecossistemas sustentáveis. Essas interações são em grande medida, uma função da *diversidade* de um sistema.

No agroecossistema é possível distinguir quatro tipos de biodiversidade: produtiva (plantações e animais), destrutiva (pragas, ervas espontâneas competidoras, doenças), neutra (herbívoros não pragas que são consumidos pelos predadores) e benéfica ou funcional (como polinizadores, inimigos naturais, vermes e microrganismos do solo que desempenham papéis importantes em processos ecológicos como a polinização, controle natural de pragas, ciclagem de nutrientes, dentre outros^[29]). Dentre os principais serviços ecossistêmicos relacionados aos agroecossistemas produzidos pela biodiversidade destacamos a polinização das plantas, o controle biológico de pragas e a fertilidade dos solos, uma vez que possuem relação direta com a produção de alimentos à humanidade.

A diversificação conduz a modificações positivas nas condições abióticas e atrai populações de artrópodes benéficos, mantendo a fertilidade e a produtividade dos agroecossistemas, além de regular a população de pragas^[9]. No entanto, essa diversificação proposta deverá ser estabelecida por meio de critérios e interações intencionalmente estabelecidas, privilegiando sempre plantas com presença abundante de nectários florais capazes de atrair e suprir as necessidades alimentares dos insetos polinizadores, predadores e parasitoides.

Na floresta tropical há uma proporção muitíssimo maior de espécies de insetos e microrganismos em relação às espécies vegetais. Segundo Kriecher, em 1990 apud Kageyama^[30] para cada espécie vegetal haveria cerca de 100 espécies outras de insetos e microrganismos nas florestas tropicais, tornando esses organismos altamente predominantes nesses ecossistemas. Esses insetos e microrganismos vivem em equilíbrio dinâmico com as espécies de plantas, muito embora sejam suas potenciais pragas e doenças, o que ocorre quando desequilibramos esses ecossistemas.

De acordo com Kageyama^[30], essa teoria de associação entre organismos na natureza e o equilíbrio do ecossistema vem sendo colocada num enfoque de coevolução entre espécies, tanto entre predador e predado, como na relação entre plantas e seus polinizadores ou seus dispersores de sementes. Na agricultura dita moderna, nas regiões tropicais do globo, onde a relação trófica entre as plantas e seus insetos e microrganismos é muito complexa, o caminho tomado para o desenvolvimento da tecnologia na agricultura vem procurando isolar a planta de seus organismos relacionados, considerando-os como simplesmente inimigos e nunca como coevoluídos, ou parceiros.

As pragas são frequentemente menos abundantes em policultivos do que em monocultivos^[31]. Para explicar estas constatações de menores ocorrências de pragas em agroecossistemas arranjados em policultivos surgiram diversas hipóteses: aumento da variedade e quantidade de fontes de alimentação aos insetos, melhoria no microclima, aumento das relações ecológicas entre predadores e presas, parasitoides e hospedeiros e mudanças nos sinais químicos que afetam a localização das espécies de pragas^[32]. Outra hipótese proposta por Root^[33] que justifica a maior presença de pragas em monoculturas está relacionada com a concentração de recursos, onde as pragas têm mais facilidade de encontrar e permanecer em suas plantas hospedeiras quando são organizadas em monocultivos. Pois nos sistemas diversificados ocorrem maiores interferências químicas e visuais, dificultando a localização das plantas hospedeiras^[32].

Tomas^[34], comparando cultivo de tomate convencional com o cultivo de tomate agroecológico em seu experimento de campo verificou que os tomateiros plantados em áreas com alta biodiversidade natural no seu entorno, não apresentaram ocorrência de viroses, normalmente transmitidas por insetos sugadores, verificando a incidência de apenas uma doença fúngica. Já no sistema de cultivo convencional, sem biodiversidade no entorno e com 36 aplicações de agrotóxicos durante o ciclo da cultura verificou-se a incidência de 11 doenças fúngicas e bacterianas, além de ocorrência de plantas com sintomas de viroses.

O redesenho dos agroecossistemas por meio do manejo da vegetação não serve somente para regular as populações de pragas uma vez que também ajuda a conservar água, energia, melhora a fertilidade do solo, minimiza os riscos e reduz a dependência de recursos externos, tendo como principal objetivo a integração dos componentes dos agroecossistemas de forma que se melhore a eficiência biológica, se conserve a produtividade e mantenha sua autossustentabilidade^[35].

Existem várias alternativas disponíveis para aumentar a diversidade nos sistemas agrícolas. Essas alternativas podem envolver o cultivo consorciado ou policultivos; cultivo em faixas; cercas vivas e quebra-ventos; cultura de cobertura; rotações; mosaicos, SAFs, recomposição florística de áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL), entre outras.

Controle biológico

As interações entre microrganismos de um mesmo nicho ecológico (rizoplano, rizosfera ou filoplano) fundamentam-se em relações competitivas, destacando-se a competição por água e nutrientes, e o sequestro de íons importantes, como os do ferro (Fe)^[36]. Com isso, surgem relações de predação, hiperparasitismo, liberação de substâncias antibacterianas (antibióticos) e de compostos voláteis tóxicos. Neste sentido, segundo o mesmo autor, o antagonismo microbiano se constitui em uma série de estratégias que um determinado microrganismo disponibiliza para inibir o crescimento e a multiplicação de outro, ou mesmo para causar sua morte.

Segundo Romeiro^[36], a produção de substâncias com ação antifúngica e antibacteriana por microrganismos, como forma de antagonismo sobre outros microrganismos, é praticamente universal. Para Chin-A-Woeng et al.^[37], as fenazinas, substâncias antimicrobianas de largo espectro, podem ser sintetizadas por bactérias do gênero *Brevibacterium*, *Burkholderia*, *Nocardia*, *Pseudomonas* e *Streptomyces*. Ainda de acordo com os autores, muitas outras substâncias antimicrobianas podem ser produzidas, como a acetilfloroglucinol, otomicina, antranilatos, pioluteorina, pioverdinas, amônia, pioquelinas e lipopeptídeos cíclicos, entre outras. Portanto, existe ainda outro grupo de compostos antimicrobianos considerados antibióticos, as bacteriocinas^[36].

A competição por nicho ecológico é um mecanismo de antagonismo microbiano com elevada importância no controle biológico de doenças em plantas, sendo a principal ação a disputa por espaço-nicho^[36]. Ainda segundo autor, competir por nutrientes é uma das formas mais básicas e universais de antagonismo, pois os vegetais abrigam uma rica diversidade de microrganismos em seus órgãos, que, mediante o processo de exsudação, fornecem nutrientes à microbiota.

Quando a atenção se volta aos insetos herbívoros, em casos de desequilíbrios populacionais que, conseqüentemente, ocasionam ataques que acarretam prejuízos econômicos às culturas, o controle biológico massal e conservativo tem demonstrado excelentes resultados no controle dos insetos, sendo o controle biológico massal uma intervenção com solturas sistemáticas de insetos predadores e/ou parasitoides criados em laboratórios, com o intuito de possibilitar a predação e/ou parasitismo das “pragas”.

Do ponto de vista estratégico e agroecológico, recomendamos o controle biológico conservativo, que prevê estratégias de manejo e redesenho dos agroecossistemas, criando condições de habitat ideais à sobrevivência e conservação dos insetos que realizam os serviços de controle biológico.

O controle biológico conservativo envolve a manipulação do meio ambiente para aumentar a sobrevivência, a fecundidade e a eficiência dos inimigos naturais de artrópodes – pragas^[38]. A diversificação da vegetação na área cultivada favorece os inimigos naturais, devido à disponibilidade e abundância de alimentos alternativos, como pólen, néctar e honey-dew, ao oferecimento de áreas de refúgio, diferentes microclimas e de presas alternativas^[39].

O controle biológico natural baseia-se no aumento da heterogeneidade e diversidade do agroecossistema, que diminuem a concentração de recursos para as pragas e aumentam a riqueza e eficácia de inimigos naturais, devido a melhores condições climáticas e existência de locais de forrageamento, descanso e oviposição^[40,41].

Utilização de caldas antifúngicas e repulsivo-tóxicas aos insetos

Os defensivos alternativos possuem as seguintes características: baixa ou nenhuma toxicidade ao homem e à natureza, eficiência no combate aos artrópodes e microrganismos nocivos, não favorecimento à ocorrência de formas de resistência desses fitoparasitas, disponibilidade e custo reduzido. Estão incluídos nesta categoria, entre outros, os diversos biofertilizantes líquidos, as caldas sulfocálcica, viçosa e bordalesa, os extratos de determinadas plantas e os agentes de biocontrole^[42].

A calda sulfocálcica é resultante da mistura de enxofre (S) e cal hidratada. Além do efeito fungicida, também controla ácaros, porém deve ser utilizada com precaução, pois é fitotóxica a algumas culturas. A calda

bordalesa, resultante da mistura de sulfato de cobre e cal, pode ser aplicada para controle de várias doenças. A base da calda viçosa é a bordalesa, porém sais minerais são acrescidos. Tem, também, efeito no controle de várias doenças, além dos nutrientes aplicados às plantas^[43].

Misturas caseiras, como chá de camomila ou extrato de primavera, entre outras, são também recomendadas no controle de doenças^[43]. Os compostos de muitas plantas possuem efeito inseticida a diversas espécies de insetos, podendo ser utilizados com esses propósitos de controle. No entanto, ressalta-se que quando as populações de insetos encontram-se em níveis elevados há sinais de desequilíbrio ambiental/ecológico nos agroecossistemas e, na maioria das vezes, ocorre devido a simplificação dos ambientes. E o uso das caldas deve ser considerado uma estratégia pontual e temporária, buscando sempre a autossuficiência, resiliência e o equilíbrio do agroecossistema, a partir do aumento da biodiversidade dentro do sistema (diversidade intrínseca) e no entorno do mesmo (diversidade extrínseca), conservando áreas naturais de florestas e seus respectivos serviços ecossistêmicos^[15]. As áreas naturais ou os sistemas que imitam as florestas, tais como os SAFs atuam como refúgios e habitats aos animais, insetos e microorganismos antagonistas, competidores, predadores e parasitas, cujas relações ecológicas promovem o estabelecimento de redes tróficas dinâmicas, impedindo a proliferação de algumas espécies.

Considerações finais

Apesar do Brasil ser recordista mundial no uso de agrotóxicos, a agricultura de base ecológica tem crescido nos últimos anos. Dentre as principais estratégias de manejo dos agroecossistemas orgânicos e/ou agroecológicos, utilizadas no início ou na fase intermediária da transição, destacam-se os métodos de controle alternativos de patógenos e insetos, sendo os principais o controle genético, o manejo cultural e físico, o controle biológico, a utilização de caldas fitoprotetoras e a homeopatia.

Esse novo enfoque de manejo alternativo de doenças tem como pressuposto o manejo sistêmico do agroecossistema, diferindo do controle químico utilizado na agricultura convencional, que possui um viés mais cartesiano e pragmático. O manejo alternativo consiste em um conjunto de estratégias que podem ser utilizadas no controle de microrganismos patogênicos e insetos/pragas. O manejo ecológico, bem como suas estratégias, é essencial à manutenção da sanidade dos cultivos. No entanto, juntamente com os métodos de controle alternativos é essencial entender a ecologia dos agroecossistemas, das doenças, das pragas, dos hospedeiros, bem como as condições climáticas e edáficas nas áreas de cultivo, além de estabelecer métodos contínuos de avaliação de campo dos elementos bióticos (pragas, doenças, plantas) e abióticos (fertilidade do solo, clima e máquinas, entre outros).

Todos os métodos de controle ressaltados possuem princípios ecológicos de manejo e são permitidos pela maioria das certificadoras de alimentos orgânicos. No entanto, ressaltamos que, paralelamente aos métodos e práticas agroecológicas de manejos considerados mais focais e temporários, deve-se priorizar o restabelecimento do equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas, por meio do redesenho das unidades produtivas e da paisagem rural, com foco no aumento da agrobiodiversidade, na complexidade ecológica e na adequação ambiental.

Apesar de todas essas práticas serem agroecológicas, muitas unidades produtivas assumem uma postura de alta dependência de recursos externos, tais como as caldas, entomopatógenos e demais insumos amplamente comercializados no mercado agropecuário orgânico, impossibilitando alcançar níveis elevados de

complexidade ecológica e de serviços ecossistêmicos capazes de promover a sanidade vegetal “autônoma” ou autossuficiente.

A sustentabilidade dos agroecossistemas depende de um conjunto de fatores. No entanto, as questões sanitárias das culturas devem ser prioritárias, uma vez que a produtividade, a sustentabilidade, a saúde ambiental e a socioeconomia dependem dessas variáveis. Nesse sentido, as estratégias de manejo ecológico de pragas e doenças podem contribuir muito com as unidades agrícolas agroecológicas, em transição e até mesmo as convencionais, possibilitando maior geração de renda, segurança e melhores condições de trabalho aos agricultores, além de propiciar segurança alimentar aos consumidores e diminuir a contaminação dos recursos naturais por agrotóxicos. Dessa forma, pode-se afirmar que o manejo alternativo de pragas e doenças contribui com a conservação e preservação do meio ambiente.

Referências

1. Sudré L. Agrotóxicos: 44% dos princípios ativos liberados no Brasil são proibidos na Europa. **Brasil de Fato**, São Paulo. Agosto, 2019. Disponível em: [\[Link\]](#). Acesso em: 14 ago 2019.
2. Bettiol W, Ghini R. **Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos**. In: Michereff SJ, Barros R. (Org.). **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife, PE: UFRPE, 2001.
3. Rosa IF, Pessoa VM, Rigotto RM. **Agrotóxicos, saúde humana e os caminhos do estudo epidemiológico**. In: Rigotto R. (Org.). **Agrotóxicos, trabalho e saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE**. Fortaleza, 2011. ISBN 978-85-7282-482-8.
4. Carneiro FF, Pignati WA, Rigotto RM, Augusto LGS, Pinheiro ARO, Faria NMX, et al. **Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde**. In: Carneiro FF, Rigotto RM, Augusto LGS, Friedrich K, Burigo AC. (Org.). **Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro, RJ: EPSJV (Fiocruz); São Paulo, SP: Editora Popular, 2015. p.49-87. Disponível em: [\[Link\]](#).
5. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). 2013. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA): **Relatório de atividades de 2011 e 2012**. Disponível em: [\[Link\]](#). Acesso em: 12 mar 2014.
6. Khatounian CA. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. Instituto Agrônomo do Paraná. ISBN 85-88581-26-4. Disponível em: [\[Link\]](#).
7. Altieri M, Nicholls, C. **Agroecologia: teoria y practica para una agricultura sustentable**. 1ª ed. Série Textos Básicos para la Formación Ambiental. México: PNUMA y Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe, 2000. ISBN 968-7913-04-X.
8. Lopes PR. **Caracterização da incidência e evolução de pragas e doenças em agroecossistemas cafeeiros sob diferentes manejos**. 2009. 214f. Dissertação (Mestrado) - UFSCar, São Carlos.
9. Gliessman SR. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2005. 654p. ISBN 9788538600381.
10. Altieri M. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: PTA/Fase, 1989. 237p. Disponível em: [\[Link\]](#).
11. Primavesi AM. Agroecologia e manejo do solo. **Revista Agriculturas**. 2008; 5(3):7-10. ISSN 1807-491X.

12. Primavesi AM. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo, SP: Nobel, 199p. 1997. ISBN 85-213-0910.4.
13. EMATER. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: Extensão Rural inicia transição agroecológica**, VI. nº 1, Porto Alegre. jan/mar, 2000.
14. Altieri M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba, RS: Agropecuária, AS/PTA, 592p. 2002.
15. Lopes PR. **A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema**. 2014. 172f. Tese (Doutorado) - Esalq/USP, Piracicaba.
16. Connell JH. 1971. **On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees**. In: Dynamics of Numbers in Populations (eds den Boer PJ & Gradwell GR). PUDOC, Wageningen, the Netherlands, pp. 298–312.
17. Janzen DH. **Herbivores and the number of tree species in tropical forests**. Am. Nat. Nov/dec. 1970; 104(940): 501-528.
18. Matiello RR, Barbieri RL, Carvalho FIF. Resistência das plantas a moléstias fúngicas. **Ciência Rural**. Jan-mar. 1997; 27 (1):161-168. ISSN 1678-4596. [[CrossRef](#)].
19. Yamada T. Nutrição e doenças. **Informações agrônômicas**, n. 109, mar. 2004. Disponível em: [[Link](#)].
20. Taiz L, Zeiger E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de Eliane Romanato Santarém, et al., 3ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2006. 719p.
21. Chaboussou F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Tradução de Maria José Guazzelli. Porto Alegre, RS: L&PM, 1995.
22. Bedendo IP, Massola JR, NS, Amorim L. **Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas**. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A. **Manual de fitopatologia volume 1: princípios e conceitos**. 4ª ed. Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 2011. p. 367-388.
23. Schlindwein MN. **Fundamentos de ecologia para o turismo: introdução aos conceitos básicos em Ecologia voltados ao planejamento de atividades turísticas sustentáveis**. São Carlos: EDUFScar, 2009. 102p. ISBN-13: 978-8576001416.
24. Altieri M. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam. 1999; 74: 19-31. ISSN 0167-8809. [[CrossRef](#)].
25. Skorupa ALAM, Guilherme LRG, Curi N, Silva CPC, Scolforo JRS, Sá JJG, et al. Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial. **Rev Bras Ciên Solo**, Viçosa. Jan-fev. 2012; 36: 11-22. ISSN 1806-9657. [[CrossRef](#)].
26. Ehlers E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2ª ed. Guaíba: Editora Agropecuária, 1999. 157p.
27. Ferraz JMG. **A insustentabilidade da revolução verde**. Jaguariuna: EMBRAPA Meio Ambiente, 1999. 26 p. (Informativo, 26).
28. Marques JF, Skorupa LA, Ferraz JMG. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente. 2003. 140p.
29. Altieri MA, Nicholls, C.I.; Montalba, R. El papel de la biodiversidad em la agricultura campesina en America Latina. **LEISA - Rev Agro**, Peru. 2014; 30 (1): 5-8. [[CrossRef](#)].

30. Kageyama PY. **A Biodiversidade como ferramenta na construção de agroecossistemas**. In: Congresso de Botânica, n. 17, 2008, São Paulo. **Anais...** Guarulhos, 2008. 10 p.
31. Altieri M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. 400 p. ISBN 9788577431915.
32. Andow DA. Vegetational diversity and arthropod population response. **Ann Rev Entomol**, Palo Alto. 1991; 36: 561-586. [[CrossRef](#)].
33. Root RB. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecol Monogr**, Nova York. 1973; 43: 95-114. [[CrossRef](#)].
34. Tomas FL. **A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos de tomate no município de Apiaí-SP**. 2010. 90p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
35. Altieri MA, Nicholls, C.I. **Diseños agroecológicos: para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica em agroecossistemas**. Medellín: Sociedad Científica Latino Americana de Agroecologia, 2010. 80 p.
36. Romeiro RS. **Controle biológico de doenças de plantas: fundamentos**. Viçosa, MG: UFV, 2007. ISBN 85-7269-271-1.
37. Chin-A-Woeng TFC, Bloemberg GVB, Lugtenberg BJJ. Phenazines and their role in biocontrol by *Pseudomonas* bacteria. **New Phytol**. 2003; 157(3): 503-523. ISSN 1469-8137. [[CrossRef](#)].
38. Landis et al. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Anual Rev Entomol**. 45. p.175-201.
39. Rosado MC. **Plantas favoráveis a agentes de controle biológico**. 2007. 51f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
40. Thies C, Steffan-Dewenter I, Tscharntke T. Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. **Oikos**. Lund. 2003; 101:18-25. [[CrossRef](#)].
41. Murta AF, Ker FTO, Costa DB, Espírito-Santo MM, Faria ML. Efeitos de remanescentes de Mata Atlântica no controle biológico de *Euselasia apisaon* (Dahman) (Lepidoptera: Riodinidae) por *Trichogramma maxacalii* (Voegelé e Pointel) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotrop Entomol**, Londrina. 2008; 37:229-232. ISSN 1678-8052. [[CrossRef](#)].
42. Penteado SR. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas, SP: Grafimagem, 110p. 2000.
43. Mizubutti ESG, Maffia LA. Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas. **Info Agropec**. Set-out. 2001; 22(212):9-28.

Como citar este artigo: Lopes PR, Araújo KCS, Rangel IML. Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. 2019; 13(2): 178-194. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/804>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

Licença CC BY 4.0: Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.

