



ERNESTO DE OLIVEIRA CANEDO JÚNIOR

**APHID-TENDING ANTS IN AGROSYSTEMS:
ECOLOGICAL AND ETHNOBIOLOGICAL
APPROACHES**

LAVRAS - MG

2018

ERNESTO DE OLIVEIRA CANEDO JÚNIOR

**APHID-TENDING ANTS IN AGROSYSTEMS: ECOLOGICAL AND
ETHNOBIOLOGICAL APPROACHES**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Entomologia, para obtenção de
título de Doutor.

Profa. Dra. Carla Rodrigues Ribas
Orientadora
Profa. Dra. Brígida Souza
Coorientadora

LAVRAS - MG

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Canedo-Júnior, Ernesto de Oliveira.

Aphid-tending ants in agrosystems: ecological and
ethnobiological approaches / Ernesto de Oliveira Canedo-Júnior. -
2018.

143 p. : il.

Orientador(a): Carla Rodrigues Ribas.

Coorientador(a): Brígida Souza.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Ant-aphid interaction. 2. Myrmecology. 3. Etnoentomology.
I. Ribas, Carla Rodrigues. II. Souza, Brígida. III. Título.

ERNESTO DE OLIVEIRA CANEDO JÚNIOR

**APHID-TENDING ANTS IN AGROSYSTEMS: ECOLOGICAL AND
ETHNOBIOLOGICAL APPROACHES**

**FORMIGAS PASTORAS DE AFÍDEOS EM AGROSSISTEMAS:
ABORDAGENS ECOLÓGICA E ETNOBIOLÓGICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Entomologia, para obtenção de
título de Doutor.

Aprovada em 13 de julho de 2018.

Profa. Dra. Maria Fernanda Gomes Vilalba Peñaflor UFLA

Profa. Dra. Mari Inês Carissimi Boff UDESC

Prof. Dr. Paulo dos Santos Pompeu UFLA

Profa. Dra. Renata Bernardes Faria Campos UNIVALE

Profa. Dra. Carla Rodrigues Ribas

Orientadora

Profa. Dra. Brígida Souza

Coorientadora

LAVRAS - MG

2018

A melhor professora do mundo e minha inspiração Vânia Reis
A mulher da minha vida e razão de meu existir dona Natalina Canedo minha mãe
A três estrelas que voltaram para o céu e que me inspiram todos os dias, tia Margarida Canedo,
vó Benedita e meu amado pai Ernesto Canedo (*in memoriam*)

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, seus professores e servidores que durante todo o curso não mediram esforços para nos fornecer uma formação de excelência. Agradeço também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos que me permitiu dedicar integralmente ao meu doutorado.

Agradeço ao Setor de Ecologia Aplicada, onde o laboratório que fiz parte está localizado, pois foi durante todo o curso meu segundo lar, agradeço a todos os professores do citado programa que sempre estiveram dispostos a me ajudar e ensinar, agradeço ainda as servidoras do setor especialmente a secretária Éllen que sempre me ajudou quando precisei.

A todos os membros que já fizeram parte do Laboratório de Ecologia de Formigas e aos que ainda fazem parte. Cada um de vocês tem um espaço muito especial em minha história, por toda amizade, risadas, loucuras, brigas, baladinhas, por estarem presentes em todos os momentos que vivi sendo verdadeiramente minha família do coração. Ananza (minha Bulbassaura mais linda do mundo), Antônio (Anthony, o rei dos memes), Chaim (Ami, a mais gótica e sagaz que eu conheci), Grazielle (A rainha dos contatinhos), Marina (a “normal”), Ariel (Arienys, show man) Rafael (Verde, a mais louca), Guilherme (meu fii n1), Gabi (A mais delícia da Terra), Mayara (Japa, minha crush eterna), Mariana (Cabelinho, a viajante), Jonas, Cynthia, Carol, Mariana Comanducci, Rafaela, Luana, muito obrigado de coração. Um agradecimento especial ao Ícaro (Fii n2) e ao Felipe (Fii n3) que me ajudaram na criação e nos experimentos, obrigado por todas as idas a campo e todos os recomeços na criação dos pulgões.

Meu agradecimento mais do que especial a uma das mulheres mais brilhantes que conheci, Carla Rodrigues Ribas uma pessoa que acreditou em mim, mesmo quando eu não acreditava, uma mulher forte, linda e que espalha luz em todo lugar que ela pisa. Obrigado por abrir as portas do seu laboratório e de sua família para mim, obrigado por estar comigo e por mim nos momentos em que mais precisei e obrigado por ser minha guia quando tudo parecia ser só escuridão. Você tem e sempre terá um espaço enorme dentro da bola do meu coração. Tenho muito orgulho de ser seu aluno e amigo, muito obrigado por tudo!

Agradeço ainda a uma das pessoas mais solícitas que conheci e sendo tão louca quanto eu, sempre me entendeu e colocou pilha em minhas loucuras, muito obrigado Brígida por ser a melhor coorientadora que alguém pode sonhar.

Obrigado a minha equipe de campo da pesquisa de Etnobiologia, André, Marina, Grazi, vocês são demais.

Obrigado a todos os amigos da Ecologia, que sempre me fizeram sorrir e compartilharam comigo momentos de alegria e descontração, e claro de estudo também!

Um agradecimento especial ao Cássio, Júlia, Nathália por estarem presentes em momentos especiais e que fizeram muita diferença para minha família, seremos eternamente gratos. Ao Rogélinho do Insta André por me fazer rir o tempo todo desde 2012.

A Ruanny minha linda amiga que desde 2012 compartilha sorrisos, choros e muito amor comigo, obrigado por existir. A Cristiane Arretada, nem tenho palavras para descrever o quanto eu amo você, obrigado por ser quem você é.

Ao Nelson, Jú e Duda por me adotarem e serem minha família em Lavras, amo vocês.

Guilherme Demétrio não eu tenho palavras para expressar a gratidão que sinto por você. Sua amizade foi um dos maiores presentes que Lavras me deu, pois encontrei em você um pedacinho de mim que estava perdido. Obrigado por ser o melhor Ermã do mundo, te amo demais da conta.

Grassimm obrigado por sempre estar ao meu lado, por cuidar de mim e por estar presente em todos os meus momentos, sua amizade é um balsamo pro meu coração, uma luz que me guia e me faz sorrir, não importa o momento, te amo minha pretinha.

Agradeço de todo o coração a toda minha família e amigos que durante todos estes anos de pós-graduação estiveram ao meu lado, compreendendo minhas ausências e me dando suporte em todos os momentos. Agradeço a minha mãe que é a pessoa mais linda e forte que eu conheço, tudo o que fiz, fiz porque tenho a senhora comigo, te amo. Ao meu pai que foi um grande lutador e que mesmo no final de sua vida ainda foi e continua sendo meu professor e meu herói. Aos meus irmãos que nunca mediram esforços para me ajudar e que sempre estenderam a mão quando eu precisei, sem o amor de vocês, jamais eu conseguiria. Aos meus sobrinhos e sobrinhas que trazem alegria para minha vida.

Ao meu pretinho, meu companheiro, meu amigo, meu alicerce, meu porto e meu lar, obrigado por todo carinho, amizade, compreensão e amor. Obrigado por ser minha inspiração e minha força, obrigado por caminhar comigo e sonhar os meus sonhos, te amo.

Obrigado aos professores Maria Fernanda, Mari Inês, Paulo e Renata, que aceitaram participar da banca avaliadora de minha tese e contribuir com meu trabalho.

Por fim, obrigado a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que eu realizasse este sonho.

RESUMO GERAL

Os ambientes agrícolas são de extrema importância para a sobrevivência humana e também atuam como abrigo para grande diversidade biológica. Nestes ambientes as formigas se mostram como atores centrais de diversos processos ecológicos que afetam de forma direta ou indiretamente a produção agrícola. As demandas sociais por formas de produção vegetal mais sustentáveis têm proporcionado maior troca de conhecimentos entre a academia e as comunidades tradicionais, afim de construir técnicas de manejo menos danosa ao meio ambiente e às pessoas. Neste contexto, objetivamos com esta tese avaliar a presença de formigas pastoras de afídeos em agrossistemas, a partir de duas abordagens, uma ecológica e uma etnobiológica. O primeiro capítulo da tese corresponde à abordagem ecológica onde testamos os efeitos da presença de formigas pastoras de afídeos na produtividade da planta hospedeira. Realizamos experimentos em mesocosmo no período de julho a outubro de 2013, onde verificamos que os efeitos ecológicos da presença de formigas pastoras na planta hospedeira variam de acordo com o contexto ecológico em que a interação está inserida. No segundo capítulo que corresponde a abordagem etnobiológica objetivamos acessar os etnoconhecimentos de comunidades rurais a respeito de suas práticas hortícolas, e sua visão sobre o papel das formigas nestes ambientes. Realizamos o estudo em julho de 2015 na cidade de Santa Rita de Caldas – MG. Como resultados traçamos um perfil etnográfico das comunidades onde a mulher é a responsável pelos cuidados da horta e guardiã dos conhecimentos tradicionais, constatamos também a importância de um mediador local para o sucesso da pesquisa. Observamos que as comunidades têm um vasto conhecimento sobre as plantas cultivadas, suas pragas e as formas de combatê-las, principalmente através de métodos alternativos, mas que o uso de pesticidas comerciais ainda é frequente. Sobre as formigas na visão das comunidades, elas são apenas pragas nas hortas e sua diversidade e comportamentos se restringem apenas as etnoespécies que causam danos visíveis para as famílias e ainda que a interação formiga-afídeo é pouco conhecida e parece não afetar as hortas estudadas. No último capítulo, construímos uma cartilha a ser distribuída para as comunidades estudadas onde apresentamos os benefícios das práticas hortícolas para a segurança alimentar das famílias, alguns métodos alternativos de controle de pragas e, por fim apresentamos como as formigas nos ambientes hortícolas podem ser úteis para garantir uma melhor produtividade.

Palavras-chave: Conhecimento tradicional. Etnomirmecologia. Interação formiga-afídeo. Interações ecológicas. Etnoentomologia.

GENERAL ABSTRACT

The agricultural environments are extremely important for the human survival and also acting as the refuge for a great biological diversity. In such environments, the ants are shown as main characters of several ecological processes such that, directly or indirectly, affect the agricultural production. The social demands for more sustainable plant production forms have been providing a greater exchange of knowledge between the academy and traditional communities, aiming to construct management techniques less harmful to the environment and people. In this context, we aim with this thesis to evaluate the presence of aphid-tending-ants in agrosystems, through two approaches, one ecological and one ethnobiological. The first thesis chapter corresponds to the ecological approach, where we tested the presence of the aphid-tending-ants in the host plant productivity. We conducted mesocosm experiment in the period of July to October of 2013, where we verified that the ecological effects of the presence of the aphid-tending-ants in the host plant vary depending on the ecological context in which the ant-aphid interaction is inserted. In the second thesis chapter, which corresponds to the ethnobiology approach we aimed to access the ethnoknowledge of the countryside communities related to their horticultural practices, and from their point of view, what is the role of ants in the horticultural environments. We conducted the study in July of 2015 in the municipality of Santa Rita de Caldas – MG. As results, we drew an ethnographic profile of the communities, where the women are responsible to the vegetable-garden management and guardian of the traditional knowledge, we also verified the importance of the local mediator for the survey success. We observed that the communities have a wide knowledge of plant cultivated, their pests and the methods to control them, mainly by alternative methods, although the use of commercial pesticides still is frequent. About the ants from the point of view of communities they are only vegetable-gardens pests and their diversity and behaviors are restricted only to ethnospecies which cause visible damages to the families and beyond that that the ant-aphid interaction is little known and apparently did not affect the vegetable-gardens studied. In the last chapter, we construct a booklet which will be distributed to the communities studied, where we present the benefits of the horticultural practices for the food security of the families, some alternative methods to control vegetable pests, and finally, we present how ants can be beneficial in the horticultural environments to ensure a better productivity.

Keywords: Traditional knowledge. Ethnomymecology. Ant-aphid interaction. Ecological interactions. Etnoentomology.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Fig 1. Plants production (fruits and seeds) per treatment. Produced fruits (A) and seeds (B) for the treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all the arthropods from the plant; Aphid –caged plants infested by aphids, and exclusion of others arthropods, including ants; Ant-aphid – caged plants with the presence of the ant-aphid interaction only, and exclusion of other arthropods; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – plants with ant exclusion.....30

Fig2. Traits and viability of seeds produced. Seed biomass (A) and number of abnormal seedlings (B) for the treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all the arthropods from the plant; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – plants with ant exclusion. The isolated treatments Aphid and Ant-aphid did not produce seed amount enough to seed traits experiments.....32

Artigo 2

Figure 1. Study area in the municipality of Santa Rita de Caldas, Minas Gerais, Brazil. The five rural communities studied are: Rio Claro, Rio Pardo, Três Pontes, Pedra Redonda and Menicos.....54

Figure 2. Relative frequency of the occupations reported by **a)** women and **b)** men interviewees.57

Figure 3. Relationship between community distance from the urban center and the number of vegetables cultivated in family vegetable gardens ($F = 4.87$; $p = 0.03$; $N = 46$; $r^2 = 0.1101$).....64

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

S1 Table. Occurrence of aphid-tending ant species in each week sampled. Aphid-tending ants were actively sampled from treatments: Community and Ant-aphid totalizing 50 sampled beans plants (*Phaseolus vulgaris*). A – Occurrence of ant species in Ant-aphid treatment; and B – Occurrence of ant species in Community treatment.....45

S2 Table. Bean plant seed germination rates. Bean plant seed germination rate, mean per block (ten seed/block), from three treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all the arthropods from the plant; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – plants with ant exclusion. The isolated treatments Aphid and Ant-aphid did not have produced seed amount enough required to seed traits experiments.....46

Artigo 2

Table 1. Ranking of vegetables cultivated in the family vegetable gardens according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis.....58

Table 2. Ranking of pest ethnospecies in the family vegetable gardens according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis.....59

Table 3. Ranking of the pest control methods reported, according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis.....61

Table 4. Ranking of the ant ethnospecies reported, according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis. Possible species and/or genus of ants basing on the characteristic reported in the interviews.....62

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	12
INTRODUÇÃO.....	13
REFERÊNCIAS	17
SEGUNDA PARTE	20
Artigo 1 – Isolated and community contexts produce distinct responses by host plants to the presence of ant-aphid interaction: Plant productivity and seed viability	21
Abstract.....	23
Introduction	24
Material and Methods.....	27
Experimental design	27
Ant sampling	28
Plant productivity and seed viability	29
Data analysis.....	29
Results	30
Discussion.....	32
Acknowledgements	37
References	37
Supporting Information	45
Artigo 2 - The role of ants in vegetable-garden: Ethnoknowledge of countryside communities from Santa Rita de Caldas-MG.....	47
Abstract.....	49
Introduction	50
Materials and Methods	52
Data Analyses.....	54
Ethnographic analyses	54
Results	55
Hypotheses Testing	63
Discussion.....	64
Acknowledgements	73

References Cited.....	74
Appendix	78
Cartilha – Hortas Familiares: controle natural de pragas e conservação ecológica	82
Hortas Familiares.....	85
Mas porque é importante ter uma horta em casa?	86
Quais os desafios encontrados para criar e manter uma horta?	90
Mas porque existem tantos “bichos” na horta? Todos eles são prejudiciais?	91
Como reconhecer uma praga em minha horta? E como combatê-la?	92
Formigas como nossas aliadas.....	137
CONCLUSÕES GERAIS	140

PRIMEIRA PARTE

INTRODUÇÃO

Desde a domesticação das plantas pelos seres humanos a agricultura tem sido crucial para a sobrevivência dos povos. A prática de cultivar vegetais, desde pequenas hortas a grandes extensões plantadas, fornece suprimentos para as populações humanas e animais domesticados. Além disso, estes sistemas, independentemente do tamanho, abrigam grande diversidade biológica, principalmente os sistemas que adotam o manejo orgânico ou agroecológico (ZALAZAR; SALVO, 2007, MIRANDA; AVELLAR, 2008; PERFECTO et al., 2009). Tais ambientes podem funcionar como habitat, área de forrageamento, refúgio, ou como corredores ecológicos para diversas espécies, tendo assim importância na conservação da diversidade biológica e no funcionamento dos ecossistemas (HILTY et al., 2012).

Dentre os organismos que se encontram nos agrossistemas, os insetos têm grande relevância por sua diversidade, abundância, interações e funções realizadas e, principalmente, por poderem afetar direta e indiretamente a produção agrícola. Tais efeitos podem ser benéficos, como a fertilização do solo e polinização ou maléficos causados principalmente pela herbivoria (GALLO et al., 2002). Assim, algumas espécies, devido ao seu grande poder de destruição dos vegetais plantados e alta abundância, e por causarem danos econômicos são consideradas pragas agrícolas (HILL, 1983). Por esse motivo, diversos estudos relacionados aos insetos em agrossistemas são realizados, principalmente os que visam controlar pragas agrícolas.

Neste contexto, dentre os insetos que ocorrem nos ambientes agrícolas, as formigas têm grande destaque. Isto ocorre porque a família Formicidae abriga uma grande diversidade de espécies, que por sua vez ocupam diversos habitats e exibem variados comportamentos, sendo que alguns podem afetar direta ou indiretamente os agrossistemas e, conseqüentemente, a produção agrícola (HÖLLDOBLER; WILSON, 1999). Formigas são atores centrais em diversos processos ecológicos, os quais também ocorrem nos ambientes agrícolas, como a participação no processo de ciclagem de nutrientes, na melhoria da aeração e percolação de água no solo, na interação com as plantas cultivadas e ainda interagindo com outros organismos presentes nestes ambientes (WAY; KHOO, 1992; LACH et al., 2010). Entretanto, a maioria dos estudos envolvendo formigas em agrossistemas está relacionada a algumas espécies, como as

formigas cortadeiras, dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, que são consideradas pragas. Isto ocorre devido ao grande poder de desfolha destas formigas sobre plantas cultivadas, independentemente de seu porte ou idade, causando grandes perdas para os agricultores (DELLA LUCIA, 1993).

Além da herbivoria, algumas espécies de formigas podem afetar os sistemas agrícolas de forma indireta, interagindo com outros insetos praga, principalmente hemípteros como cigarrinhas, cochonilhas e pulgões (DELABIE, 2001; ZHANG et al., 2012). Tais interações podem afetar negativamente a produção vegetal podendo em alguns casos comprometer todo um plantio. Dentre estas interações, a interação mutualística formiga-afídeo é uma das mais recorrentes, visto que os afídeos podem atacar diversas famílias de plantas afetando desde hortaliças até árvores cultivadas (van EMEDEM; HARRINGTON, 2007). Assim, compreender estas interações se faz necessário uma vez que as mesmas são grandes entraves para a efetivação de programas de controle biológico por exemplo, já que as formigas protegem seus parceiros mutualísticos de seus inimigos naturais (RENAULT et al., 2005; MIÑARRO et al., 2010; RICE; EUBANKS, 2013).

Os fenômenos ecológicos supracitados têm ganhado cada vez mais notoriedade no meio acadêmico em resposta às demandas da sociedade que cada vez mais investe na produção agrícola sustentável. Conhecer o funcionamento dos ecossistemas agrícolas é a chave para o desenvolvimento de técnicas de manejo menos danosas a saúde humana e ao meio ambiente. Neste sentido, recorrer aos conhecimentos tradicionais tem sido uma estratégia utilizada pelos pesquisadores, devido ao estreito relacionamento das comunidades rurais com o ambiente em que elas estão inseridas (ALTIERI, 1993; ALBUQUERQUE, 1999; BERKES et al., 2000; OBOPILE et al., 2008; OKRIKATA; OGUNWOLU, 2017). Desta forma, as respostas de muitos questionamentos levantados na academia podem estar incutidas na cultura das comunidades tradicionais há muito tempo e ser desconhecidas pelos pesquisadores. A Etnobiologia tem sido a uma das pontes entre academia e comunidades, promovendo encontros e trocas de conhecimentos que auxiliam pesquisas nas diversas áreas da biologia, como botânica, zoologia e ecologia (ANDERSON et al., 2012).

Os conhecimentos das comunidades tradicionais acerca dos insetos também têm sido estudados com o intuito de saber como estas comunidades interagem

com os insetos e como estes têm afetado suas vidas (SILVA; COSTA-NETO, 2004; MACEDO; SOARES, 2012; JORGE et al., 2014; SANTOS, et al., 2015; BOMFIM et al., 2016). Tais estudos abordam os insetos como recurso alimentar (COSTA-NETO, 2004), medicinal (COSTA-NETO; RESENDE, 2004), ritualísticos e religiosos (PETIZA, et al., 2013) e quando considerados pragas agrícolas, quais os métodos que as comunidades utilizam para controlá-los (VALADARES; PASA, 2010; BOFF et al., 2011). Desta forma, a Etnobiologia além de resgatar, valorizar e difundir os conhecimentos tradicionais, também tem criado condições para o diálogo e trocas de saberes que auxiliam o desenvolvimento do conhecimento científico e, conseqüentemente, na tomada de decisões que visem a conscientização ambiental e a qualidade de vida das comunidades.

Neste contexto, apresentamos nesta tese três capítulos que tiveram como objetivo geral compreender o papel das formigas pastoras de afídeos em agrossistemas, através de duas abordagens: uma ecológica e uma etnobiológica. O artigo que compõe o primeiro capítulo contempla a abordagem ecológica do tema, onde objetivamos compreender os efeitos da presença da interação formiga-afídeo sobre a produtividade da planta hospedeira e a viabilidade das sementes produzidas em dois cenários ecológicos distintos (quando a interação formiga-afídeo ocorre na presença da comunidade de artrópodes ou quando ocorre isoladamente). Este artigo foi publicado no periódico PlosOne em 31 de janeiro de 2017.

O segundo capítulo é composto por um artigo que contempla a abordagem etnobiológica do tema. Neste artigo nosso objetivo foi identificar o etnoconhecimento de comunidades rurais a respeito de suas práticas hortícolas, com relação aos vegetais cultivados, as principais pragas encontradas nas hortas e os métodos utilizados para controlá-las. Objetivamos também compreender, sob o ponto de vista das comunidades estudadas, qual o papel das formigas nas hortas. Neste contexto, buscamos compreender o conhecimento das comunidades a respeito da diversidade de formigas e seus comportamentos, especialmente a interação formiga-afídeo. Além disso buscamos compreender se a urbanização e a perda intergeracional dos conhecimentos tradicionais influenciaram os resultados obtidos.

Por fim, o terceiro capítulo representa o retorno de nossa pesquisa para as comunidades estudadas. Para tanto, com base nas demandas que surgiram no capítulo

anterior, preparamos uma cartilha em que nossos objetivos foram resgatar e estimular a prática hortícola pelas comunidades, apresentar técnicas alternativas para o controle das principais pragas reportadas nas hortas e apresentar de forma didática a importância ecológica das formigas para a manutenção dos ambientes hortícolas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P. Manejo Tradicional de plantas em regiões Neotropicais. **Acta boI. bras.** 13(3): 307-315. 1999.
- ALTIERI, M. A. Ethnoscience and biodiversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** 46: 257-272, 1993.
- ANDERSON, E. N.; PEARSALL, D.; HUNN, E.; Turner, N. J. (ed.). **Ethnobiology.** Hoboken, New Jersey: Wiley & Blackwell, 2012, 412 p.
- BERKES, F.; COLDING, J AND FOLKE, C. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as adaptive management. **Ecological Applications**, 10(5): 1251–1262, 2000.
- BOFF, M. I. C.; GIESEL, A.; FERNANDES, P.; BOFF, P.; ROSA, J. M. Percepção dos agricultores em relação as formigas cortadeiras no Planalto Serrano Catarinense. **Cadernos de Agroecologia.** 6(2), 2011.
- COSTA-NETO, E. M. Insetos como recursos alimentares nativos no semiárido do estado da Bahia, nordeste do Brasil. **Zonas Áridas.** Nº 8, 2004.
- COSTA-NETO, E. M.; RESENDE, J. J. A percepção de animais como “insetos” e sua utilização como recursos medicinais na cidade de Feira de Santana, Estado da Bahia, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences.** 26(2) 143-149, 2004.
- DELABIE, J. H. C. Trophobiosis Between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an Overview. **Neotropical Entomology**, Londrina, Brasil,30(4): 501-516, dec, 2001.
- DELLA LUCIA, T.M.C (Ed.). **As Formigas-cortadeiras.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993.
- 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 SP: FEALQ, 2002, 920 p.

GROARK, K. P. Ritual and therapeutic use of "hallucinogenic" harvester ants (*Pogonomyrmex*) in native South-central California. **Journal of Ethnobiology**. 16(1):1-29, 1996.

HILL, D. S. **Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1983, 760p.

HILTY, J. A.; LIDICKER-JR, W. Z.; MERENLENDER, A. **Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation**. USA: Island Press, 2012 - 344 p.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

JORGE, V. C.; SÁNCHEZ, D. C. M.; SOUZA, M. D.; PASA, M. C.; Rezende, E. H. Conhecimentos entomológicos pelos moradores do bairro Verdão em Cuiabá – MT. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**. 10(18):3814, 2014.

LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. **Ant Ecology**. New York: Oxford University Press, 2010.

MACEDO, E. V.; SOARES, I. M. F. Percepção de “Insetos” por Moradores de Zonas Urbanas do Município de Paulo Afonso, Bahia, Brasil. **Revista Ouricuri**. 2 (1): 75- 90. 2012.

MIÑARRO, M.; FERNÁNDEZ-MATA, G.; MEDINA, P. Role of ants in structuring the aphid community on apple. **EcolEntomol**. 35, 206–215, 2010.

MIRANDA, J. R.; AVELLAR, L.M. sistemas agrícolas sustentáveis e biodiversidade faunística: O caso da cana orgânica em manejo agroecológico. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**. v.3, n.2, Artigo 5, abr./ agosto. 2008.

OBOPILE, M.; MUNTHALI, D.C. AND MATILO, B. Farmers’ knowledge, perceptions and management of vegetable pests and diseases in Botswana. **Crop Protection**. 27: 1220– 1224, 2008.

OKRIKATA, E.; OGUNWOLU, E. O. Farmers’ Perceptions on Arthropod Pests of Watermelon and their Management Practices in the Nigerian Southern Guinea Savanna. **International Journal of Agricultural Research**. 12: 146-155, 2017.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; WRIGHT, A. **Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty**. UK: Cromwell Press, 2009.

PETIZA, S.; HAMADA, N.; BRUNO, A.; COSTA-NETO, E. Enotaxonomia Entomológica Baniwa na cidade de São Gabriel da Cachoeira, Estado do Amazonas, Brasil. **Amazônica - Revista de Antropologia**. 5(3): 708-732, 2014.

RENAULT, C. K.; BUFFA, L. M.; DELFINO, M. A. An aphid-ant interaction: effects on different trophic levels. **Ecol Res.**, Tsukuba, Japão, 20: 71–74, 2005.

RICE, K. B.; EUBANKS, M. D. No enemies needed: cotton aphids (Hemiptera: Aphididae) directly benefit from red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) tending. **Fla Entomol.** 96(3), 929-932, 2013.

SANTOS, J. R. L.; THOMAS, S. E. O.; DORVAL, A.; PASA, M. C. A. Etnoentomologia na comunidade Mata Cavallo de Baixo em Nossa Senhora do Livramento, MT, Brasil. **Biodiversidade**. 14(2): 84, 2015.

SILVA, T. F. P.; COSTA-NETO, E. M. Percepção de insetos por moradores da comunidade Olhos D'Água, município de Cabaceiras do Paraguaçu, Bahia, Brasil. **Boln. S.E.A.** n1 35: 261–268, 2004.

VALADARES, L. C. V.; PASA, M. C. Use of plants and animals by the riverine population from Rio Vermelho Community, central western Brazil. **INTERAÇÕES**. 13(2): 225-231, 2012.

VAN EMEDEM, H. F.; HARRINGTON, R. **Aphid as a Crop Pests**. Oxford: CABI, 2007.

WAY, M. J.; KHOO, K. C. Role of ants in pest Management. **Annu. Rev. Entomol**, Palo Alto, EUA, 37:479-503, 1992.

ZALAZAR, L.; SALVO, A. Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales en Córdoba, Argentina. **Neotropical Entomology**. 36 (5): 765-773, 2007.

ZHANG, S.; SHANG, Y.; MA, K. The ecological effects of the ant-hemipteran mutualism: A meta-analysis. **Basic and Applied Ecology**, Gesellschaft für Ökologie, Alemanha, 13, 116-124, 2012

SEGUNDA PARTE

Artigo 1 – Isolated and community contexts produce distinct responses by host plants to the presence of ant-aphid interaction: Plant productivity and seed viability

Artigo formatado segundo as normas da revista Plos One

Artigo publicado na revista Plos One em janeiro de 2017:

PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0170915

Isolated and community contexts produce distinct responses by host plants to the presence of ant-aphid interaction: Plant productivity and seed viability

Ernesto Oliveira Canedo-Júnior ^{1,2*}, Grazielle Silva Santiago¹, Luana Fonseca Zurlo^{1#a}, Carla Rodrigues Ribas¹, Rafaela Pereira Carvalho^{1#b}, Guilherme Pereira Alves¹, Mariana Comanucci Silva Carvalho^{1#c} and Brígida Souza²

¹ Laboratório de Ecologia de Formigas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Setor de Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil.

² Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil.

^{#a} Current Address: Laboratório de Ecologia Subterrânea, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Setor de Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil.

^{#b} Current Address: Laboratório de Melhoramento de Plantas Visando Resistência a Patógenos, Setor de Genética e melhoramento de plantas, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil.

^{#c} Current Address: Núcleo de Estudos em Manejo de Animais Selvagens, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil.

* Corresponding author

E-mail: canedojr.e.o@gmail.com

Abstract

Ant-aphid interactions may affect host plants in several ways, however, most studies measure only the amount of fruit and seed produced, and do not test seed viability. Therefore, the aim of this study was to assess the effects of the presence of ant-aphid interactions upon host plant productivity and seed viability in two different contexts: isolated and within an arthropod community. For this purpose, we tested the hypothesis that in both isolated and community contexts, the presence of an ant-aphid interaction will have a positive effect on fruit and seed production, seed biomass and rate of seed germination, and a negative effect on abnormal seedling rates, in comparison to plants without ants. We performed a field mesocosm experiment containing five treatments: Ant-aphid, Aphid, Community, Ant-free community and Control. We counted fruits and seeds produced by each treatment, and conducted experiments for seed biomass and germinability. We found that in the community context the presence of an ant-aphid interaction negatively affected fruit and seed production. We think this may be because aphid attendance by tending-ants promotes aphid damage to the host plant, but without an affect on seed weight and viability. On the other hand, when isolated, the presence of an ant-aphid interaction positively affected fruit and seed production. These positive effects are related to the cleaning services offered to aphids by tending-ants, which prevent the development of saprophytic fungi on the surface of leaves, which would cause a decrease in photosynthetic rates. Our study is important because we evaluated some parameters of plant fitness that have not been addressed very well by other studies involving the effects of ant-aphid interactions mainly on plants with short life cycles. Lastly, our

context dependent approach sheds new light on how ecological interactions can vary among different methods of crop management.

Key-words: plant productivity; ecological interaction; seed viability; myrmecophily; mesocosm.

Introduction

Plants are relatively immobile organisms and so they are intimately linked to the physical conditions of their environment and how it varies over the time [1]. However, the biotic community present in a given environment can also deeply affect a plant community. Several organisms, from microscopic [2] to large herbivores [3], can affect, both directly and/or indirectly, plant occurrence, evenness and productivity. Such organisms may affect plants indirectly by causing changes to environmental conditions [4, 5], or directly through disease, parasitism, competition and herbivory [6]. Among the many organisms that can affect plants, insects are of particular importance mainly because of their impact on the yield of cultivated plants, and so they are frequently considered major pests in those systems [7,8].

Ants are present in almost all environments [9] and may occur in basically all kinds of crops, independent of their isolation from natural areas [10]. In fact, ants stand out as one of the most abundant arthropods in crop environments [11]. Ants play a key role in several ecological processes [12], such as the incorporation of organic matter into the soil [13, 14], predation on other arthropods [15] seed dispersal [16, 17] and as a mutualistic partner of plants [18], some caterpillar families [19] and honeydew producing insects [20, 21].

Ants may affect plants directly, such as herbivory from fungus-growing ants [13] or protection against herbivores by plant-tending ants [22, 23], or indirectly, such

as protection of mutualistic hemipterans [20, 24, 25] or decreasing visits of pollinators [26].

Among ant interactions that occur on plants, the ant-aphid interaction is probably one of most dynamic since it can vary from being mutualistic to being antagonistic [27, 28]. Ants may benefit from tending-aphids, with the benefits increasing with increasing obligation to the interaction. Ants protect tending-aphids from predators and parasitoids, while they collect honeydew from aphid bodies and plant leaves. Together, these services that the ants provide ensure the aphids of a higher reproductive rate and greater longevity. However, ant attendance may affect aphids negatively since, in some cases, aphids may need to increase their rate of food consumption and change the composition of the honeydew to become more attractive to ants [29], and energy invested in honeydew quality may cause a decrease in aphid development and reproduction [30, 31]. The presence of ants may also decrease the mobility of wingless aphids [32, 33] and the production of winged dispersal forms. Furthermore, ants can prey on tending-aphids, mainly in populations with high density [28] or in the presence of an alternative carbohydrate source [34].

The presence of aphid-tending ants may deeply alter the food web, affecting several trophic levels including the host plant [35]. The presence of tending-ants may decrease the abundance of other herbivorous insects on the host plant [36], as well as decrease aphid predator abundance [37] and decrease [38] or increase [39] aphid parasitoid abundance. However, the effects of ants, mediated by aphids, on host plants are poorly understood, especially with regard to fruit and seed production and seed viability of plants with short life cycles.

Therefore, studies that help elucidate whether the presence of an ant-aphid interaction is detrimental or not to plant productivity and seed viability are urgently needed, since seed viability has been neglected in most previous such field studies . This knowledge will almost certainly be helpful for improving biological control programs especially since the presence of ant-aphid interactions in crops is considered to be one of the major challenges to the success of aphid biological control [40].

In this context the aim of this study was to assess the effects of ant-aphid interaction upon host plant productivity and seed viability in two different conditions: isolated and community contexts. We tested the hypothesis that in both isolated and community contexts, the presence of an ant-aphid interaction will have a positive effect on fruit and seed production, seed biomass and rate of seed germination, and a negative effect on rate of abnormal seedlings, when compared to plants without the interaction (no ants).

We showed that the effects of the presence of an ant-aphid interaction on host plant productivity depend on the ecological context, which can lead to opposite results. Seed viability, the final outcome of plant fitness, was not affected by ant-aphid presence, indicating that the effects of this interaction are not obvious, as previously reported. To our knowledge, this is the first effort to evaluate plant fitness (seed viability) in the context of ant-aphid interaction, and its dependence on ecological context, thus shedding new light on how ecological interactions affect host plants.

Material and Methods

Experimental design

We conducted a mesocosm experiment in an organic management area of the sector of Olericulture of Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brazil, from July to October of 2013. The host plant used for the experiment was the common bean (*Phaseolus vulgaris*). The common bean is an annual herb with a short life cycle (from 60 to 120 days). The variety of common bean used in our experiments was the Carioca bean (“Feijão Cariquinha”), because it is the most cultivated bean variety in Brazil, and has great economic importance in agricultural production in the country [41].

The experimental design included plastic pots containing one bean plantlet each organized into blocks containing five pots, with each treatment being applied to five blocks. Our experiment had five treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all arthropods from the plant; Aphid – caged plants infested by aphids, and exclusion of other arthropods, including ants; Ant-aphid – caged plants with presence of the ant-aphid interaction, and exclusion of other arthropods; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – cageless plants with ant exclusion.

All treatments, except the Control, were infested with two wingless female individuals of *Aphis craccivora*, Koch, 1851 (Hemiptera: Aphididae). This myrmecophilous aphid species is a generalist pest that is widely distributed around the world; they mainly colonize plants of the family Fabaceae, however, they have been reported to attack plants from about 19 different families [42].

Aphid populations were monitored throughout the duration of the experiment and if an aphid population of a plant became extinguished we replaced it with a similar amount of aphids from the other plants. All aphids used in the experiment were experimentally bred and developed on common bean (*Phaseolus vulgaris*) plants under greenhouse conditions in the Entomology Department - UFLA.

To control access of wingless insects (especially ants) and other arthropods to the bean plants we placed a physical barrier (Formifuu®) on the edge of each pot. We also put circles of Voile fabric on the bottom of each pot to prevent insects from digging access tunnels to the plants. To control winged insects we used a protective cage, which prohibited aerial access to plants.

In treatments with caged plants, we buried the rods of the cages so that the bottom edge of the cage was one centimeter from the soil surface, therefore simultaneously allowing ant access while making access difficult for other arthropods. The cages were made of two plastic rings (1m diameter) and three iron rods (1m tall) covered by Voile fabric. To improve the exclusion of ants from treatments with arthropod exclusion, we removed dead leaves, branches and anything that could be used as bridges by ants or other arthropods to access plants. During the experiment all treatments with arthropod exclusion were monitored and any arthropods found were removed by hand.

Ant sampling

Weekly sampling of ants began one week after the introduction of aphids to the bean plants and continued for ten weeks in the treatments with ant presence (Ant-aphid and Community treatments). The sampling period (ten weeks) represents the time taken

until ant-aphid interactions are observed in bean plants. We sampled aphid-tending ants from 8:00 to 12:00, by examining each plant for five minutes and sampling all ants observed tending aphids. In order to avoid sampling bias we alternated the block and plant with which we started each sampling.

Plant productivity and seed viability

After beans matured, we collected all of them from each plant and placed them in labeled paper bags. We counted the fruits and then opened them to count the seeds. Seeds were taken to Laboratório Central de Sementes – UFLA, where we measured seed biomass and conducted seed germination experiments. To assess seed biomass, we randomly sampled four seeds in each block of each treatment for a total of 20 seeds per treatment. To measure dry weight, seeds were placed in an oven at 100°C for 24 hours, prior to being weighed on a precision scale.

For seed germination experiments, we randomly selected 40 seeds from each block and wrapped groups of ten seeds (subsamples) in filter paper moistened with distilled water and placed them in a germinator with a constant temperature of 25°C for ten days. Assessments were made on the fourth and the tenth days by counting the number of germinated seeds and abnormal seedlings following seed analysis criteria [43]. For seed biomass and the experiments described above, we excluded Ant-aphid and Aphid treatments, since they did not have enough seeds for the experiments.

Data analysis

To compare the number of fruits and seeds among treatments we used generalized linear mixed effects models (GLMMs), with plants as the random variable and the Poisson distribution for the fruit and seed data set, using lme4 and phia

packages of R software [44, 45]. Due to the low number of seeds produced in all treatments there were not enough seeds to evaluate seed biomass per plant, therefore we used generalized linear models (GLMs) using mean seed biomass per block (Gaussian distribution) as the response variable and treatments as the explanatory variable.

For analysis of germination rates we used generalized linear mixed effects models (GLMMs) to compare the number of germinated seeds between treatments with plants as the random variable. To compare the number of abnormal seedlings we constructed generalized linear mixed models (GLMMs), where samples (plants) were considered as subsamples nested in blocks. All analyses were performed in R 2.15.1 software [46], using lme4 and phia packages [44, 45].

Results

In total we sampled 15 aphid-tending ant morphospecies from nine genera. The most diverse genera were *Camponotus* and *Pheidole*, with three aphid-tending ant morphospecies each, and *Linepithema* and *Brachymyrmex*, with two aphid-tending ant morphospecies each. The genera *Hylomyrma*, *Dorymyrmex*, *Gnamptogenys*, *Ectatomma* and *Crematogaster* had only one ant morphospecies each (S1 Table).

We found differences in the number of fruits ($X^2= 842.24$; $p < 0.001$) and seeds ($X^2= 4446.3$; $p < 0.001$) among treatments, with the control having the greatest production of fruits and seeds. In the presence of the entire arthropod community, the ant-aphid interaction had a negative effect on fruit and seed production in comparison to plants without ants. However, the isolated ant-aphid interaction had a slightly positive effect on fruit and seed production when compared to plants without ants (Fig1A and B).

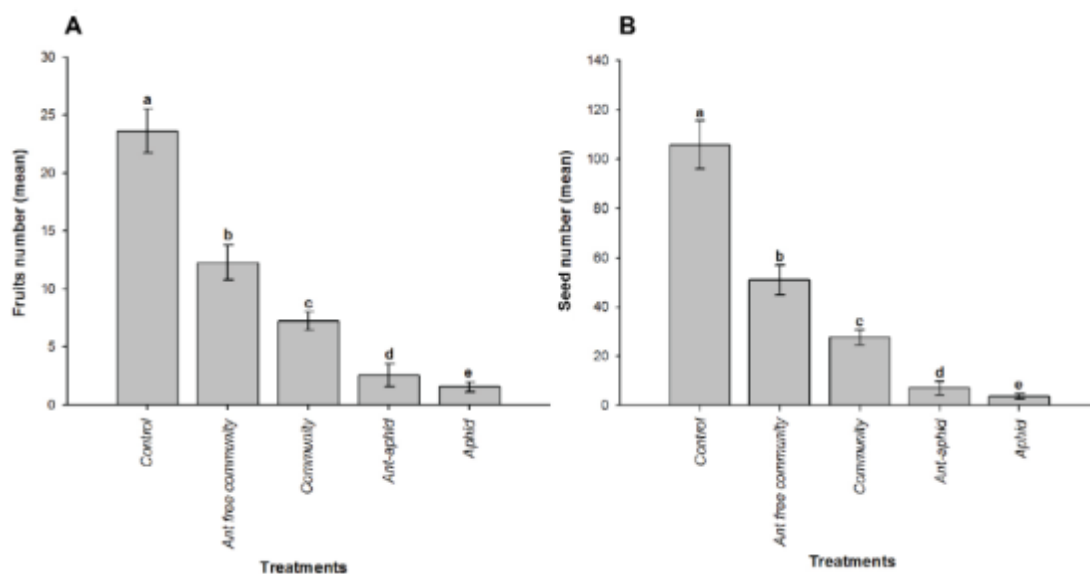


Fig 1. Plants production (fruits and seeds) per treatment. Produced fruits (A) and seeds (B) for the treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all the arthropods from the plant; Aphid –caged plants infested by aphids, and exclusion of others arthropods, including ants; Ant-aphid – caged plants with the presence of the ant-aphid interaction only, and exclusion of other arthropods; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – plants with ant exclusion.

We did not find enough seeds to carry out seed biomass experiments for the Ant-aphid and Aphid treatments, but for the other treatments we found significant differences ($X^2= 5.5445$; $p= 0.01971$), with the Control having greater seed biomass than plants in the presence of the entire arthropod community with and without the presence of ants, among which seed biomass was similar ($p < 0.05$) (Fig2A).

Almost all seeds germinated irrespective of treatment, so we did not perform an analysis of germination rates (S2 Table). The number of abnormal seedlings was not affected by treatments ($X^2= 0.1917$; $p= 0.9086$) (Fig 2B).

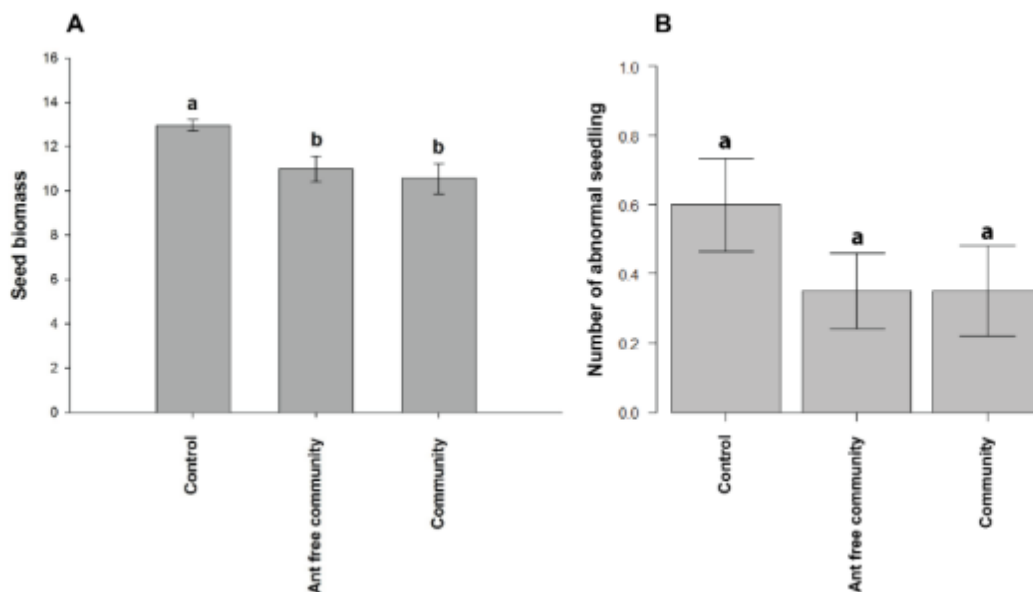


Fig2. Traits and viability of seeds produced. Seed biomass (A) and number of abnormal seedlings (B) for the treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all the arthropods from the plant; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – plants with ant exclusion. The isolated treatments Aphid and Ant-aphid did not produce seed amount enough to seed traits experiments.

Discussion

In our study we assessed the effects of the presence of an ant-aphid interaction on host plant fitness. According to our experiments, the presence of the ant-aphid interaction negatively affected the number of fruits and seeds when in a community context, but did not have an effect on seed biomass and viability. On the other hand, in an isolated context (i.e. without arthropod community), the ant-aphid interaction positively affected fruit and seed production.

We observed that the arthropod community has a strong negative effect on plant fitness, as seen when comparing the control plants (without arthropods and ant-aphid interactions) to all other treatments. These effects can be direct, such as leaf loss caused

by chewing insects or sap loss caused by sap-sucking insects, or indirect, such as disease that is transmitted by herbivorous arthropods [47]. Such damage can decrease the availability of energy to be invested in plant reproduction [48,49,50].

In other studies that have evaluated the effects of ant-aphid interactions on plant fitness in a community context, the presence of aphid-tending ants had positive effects on host plants. These effects were mediated by aphid protection, since ants can exclude arthropods, including herbivores, which would forage on the plant. Styrsky and Eubanks (2010) reported that the presence of aphid-tending ants caused an increase in the production of cotton buds, flowers, seeds and seed mass and Zhang et al. (2012) showed that the presence of ants decreased leaf loss by chewing insects.

However, in our experiments the presence of aphid-tending ants caused negative effects on plant fitness when evaluated in a community context, corroborating Wu et al. (2014) and Levan and Holway (2015), who found negative effects on plant yield (e.g. number of fruits, seeds, seed mass and seed malformation), and Renault et al. (2005), who found a lower number of viable seeds when aphid-tending ants were present. We believe that our results may be related to two factors: the presence of other herbivorous arthropods and the ant-aphid interaction *per se*. Some studies have shown that hemipteran-tending ants indirectly protect host plants from other herbivorous arthropods [54], although this behavior is correlated with ant aggressiveness, which may vary among different ant species and the nutritional requirements of the ant nest [55, 24].

Altfeld and Stiling (2006) also pointed out that ants have stronger effects on insects that are directly related to the ant-aphid interaction (e.g. aphid predators, parasitoids and other sap sucking insects), and do not affect all herbivorous arthropods on the host plant. In our experiment we did not control which ant species tended the

aphids of the bean plants, which changed over the course of the experiments (Canedo-Júnior in preparation). Thus, different tending-ant species (total of 15 ant species) with their varying intensities of protective behavior, may not all offer efficient protection to a host plant.

The presence of ants could increase the damage caused by aphids to the host plant by increasing aphid density and longevity, and consequently increasing host plant sap loss [53], beyond damages caused by the transmission of the numerous viruses for which aphids can be vectors [57,58]. Therefore, the damages of the ant-aphid interaction, in addition to the damage caused by other herbivorous arthropods, decreases the amount of energy that would be invested in reproduction, which is reflected in fruit and seed production.

Besides the production of fewer fruits and seeds, plants exposed to the arthropod community, irrespective of the presence of an ant-aphid interaction, produced slightly lighter seeds than control plants. Plants may have several strategies for responding to damages caused by herbivory, including both physiological and morphological changes [59, 60], which may directly affect plant reproductive success.

Based in our results, we believe that stressed bean plants produced fewer seeds but invest more energy in seed biomass, since produced seeds had almost the same weight as seeds from the control plants. This result may be related to the fact that among herbaceous plants there may be a correlation between seed size/mass and germinability [61, 62], whereas germination and abnormal seedling rates were not affected by the presence of other arthropods independently of the presence of ants.

For isolated plants (those without other arthropods), aphids had strong affects independently of the presence of ants, since plants with only aphids and with the ant-

aphid interaction produced 9 and 15 fold less fruits and 15 and 29 fold less seeds, respectively, than control plants. Without predators, parasitoids and competing herbivores, aphids have energy to invest in reproduction, causing almost exponential increase in aphid population growth [63]. Aphids are known to be a major pest of crops, and especially of herbaceous plants, since they can breed quickly and obtain large population sizes, which cause great damage by draining host plants of resources [64]. Such large populations ingest large amounts of sap with the excess (honeydew) being dropped on host plant leaves, facilitating the development of saprophytic fungi. Development of saprophytic fungi may cover photosynthetic surfaces of leaves, causing losses in primary productivity [65]. In addition to causing losses of plant resources, *A. craccivora* can also vector about 30 plants viruses [42].

Even if the presence of ants leads to a larger and more long-lived aphid population, this interaction may benefit host plant. Ants may collect honeydew, both directly from aphids as well as from leaves, and aphid exuviae that may accumulate on leaves, thus cleaning the leaf surface [66]. These cleaning services offered by the ants to the aphids indirectly benefit the host plant, since ant presence decreases the occurrence of saprophytic fungi on plant leaves. Therefore, even plants being damaged by aphids draining resources may not have their photosynthetic rates affected, thereby allowing greater fruit and seed production in comparison to plants with only aphids.

In both experimental contexts (isolated and community) we did not control the ant species on the bean plants, and so we are unable to verify the effect of each specific ant species on the host plant. However, we did show the results for the effects of an entire aphid-tending ant assemblage on host plant fitness, which may be closer to what actually occurs in nature. Although the protection ants offer to tending-aphids may be

dependent on ant species, the cleaning services offered probably do not, since the collection of honeydew, independent of being on aphid bodies or on the leaf surface, have the same positive effect on the host plant.

In practical terms, our experiments simulated two distinct methods of organic crop management: the community context of agro-ecological farming, and the isolated context of organic monoculture. Agro-ecological farming has greater biological diversity and smaller management intensity than organic monoculture. Biological diversity lessens the damages to the host plant caused by the ant-aphid interaction due to aphid predation and/or competition with other arthropods [67]. Vegetable diversity may also hamper aphid dispersion and offer more diversity of food sources to ants, decreasing the intensity of ant-aphid interactions [68].

On other hand, in organic monoculture there is great management intensity and lower biological diversity, however, the ant-aphid interaction can occur in these environments independently of management and proximity to natural areas [10]. Therefore, in these environments, due to the lower diversity of arthropods, aphids have fewer enemies and competitors, and thus can cause greater damage and negatively influence reproduction of the host plant independently of the presence of ants, in comparison to the damage to host plants by aphids in presence of an entire associated arthropod community.

To our knowledge, our study is the first to assess the effects of ant-aphid interaction on host plants in two different contexts: isolated and in the presence of an entire associated arthropod community. In an isolated context, the presence of aphid-tending ants has a positive effect on plant productivity, while in a community context ants have a negative effect. Seed viability, a fitness parameter that has been poorly

studied in this context, was not affected by the presence of aphid-tending ants. The approach used in our study is important because it shows how the effects of ecological interactions can vary among different methods of crop management, since our results were dependent on ecological context. Evaluating seed viability in response to the presence of ant-aphid interaction is essential for determining whether this interaction has positive or negative effects on host plants, since this parameter is the final outcome of plant fitness.

Acknowledgements

We thank Setor de Olericultura - UFLA for access to the experimental area and the employers and manager of this sector for their support during the experiments. We also thank the Departamento de Entomologia - UFLA for providing tools and insects for the experiments. Professor Renato Mendes Guimarães kindly provided access to Laboratório Central de Sementes (LCSEM) and Doctor Gabrielle de Faria Castro, helped with the seed experiments. Finally, we thank Rafael Cuissi, Elisangela Silva, Ananza Rabello, Antônio Queiroz, Danielle Braga, Cristiane Queiroz, Esther Saldanha and Gabriel Pinto all provided vital assistance in performing the experiments.

References

1. Tansley AG. An introduction to Plant Ecology. New Delhi: Discovery Publishing House; 1993.
2. Keen NT. A century of plant pathology: A retrospective view on understanding host-parasite interactions. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2000; 38:31–48.

3. Rueda M, Rebollo S, Garcia-Salgado G. Contrasting impacts of different-sized herbivores on species richness of Mediterranean annual pastures differing in primary productivity. *Oecologia*. 2013; 172:449–459.
4. Olff H, Ritchie ME. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *TREE*. 1998; (13)7: 0169-5347.
5. Van Der Heijden, MGA, Bardgett RD, Van Straalen NM. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*. 2008; 11: 296–310. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01139.x.
6. Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE. *Biologia vegetal*. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
7. Hill DS. The economic importance of insects. First edition. London: Chapman & Hall; 1997.
8. Oerke EC. Centenary review: Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2006, 144, 31–43.
9. Hölldobler B, Wilson EO. **The Ants**. Cambridge: Harvard University Press; 1999.
10. Stutz, S.; Entling, M. H. Effects of the landscape context on aphid-ant-predator interactions on cherry trees. *Biological Control*. 2011; 57: 37–43.
11. Lemessa D, Hambäck PA, Hylander K. The effect of local and landscape level land-use composition on predatory arthropods in a tropical agricultural landscape. *Landscape Ecol*. 2015; 30:167–180.
12. Lach L, Parr CL, Abbott KL. *Ant Ecology*. New York: Oxford University Press; 2010.

13. Wirth R, Herz H, Ryel RJ, Beyschlag W, Hölldobler B. Herbivory of Leaf-Cutting Ants: A case study on *Atta colombica* in the tropical rainforest of Panamá. Berlin: Springer; 2003.
14. Wu H, Batzer DP, Yan X, Lu X, Wu D. Contributions of ant mounds to soil carbon and nitrogen pools in a marsh wetland of Northeastern China. *Applied Soil Ecology*. 2013; 70: 9– 15.
15. Way MJ, Khoo KC. Role of ants in pest Management. *Annu. Rev. Entomol.* 1992; 37:479-503.
16. Van Der Pijl L. Principles of dispersal in higher plants. Springer, Berlin; 1982.
17. Pascov CM, Nevill PG, Elliott CP, Majer JD, Anthony JM, Krauss SL. The critical role of ants in the extensive dispersal of *Acacia* seeds revealed by genetic parentage assignment. *Oecologia*. 2015;179 (4): 1123-1134. DOI 10.1007/s00442-015-3400-9
18. Del-CLaro K, Berto V, Réu W. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (*Vochysiaceae*). *Journal of Tropical Ecology*. 1996; 12: 887-892.
19. Kaminski LA, Sendoya SF, Freitas AVL, Oliveira PS. Ecologia comportamental na interface Formiga-Planta-Herbívoro: Interações entre formigas e Lepidópteros. *Oecol. Bras.* 2009; 13(1): 27-44.
20. Delabie JHC. Trophobiosis Between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an Overview. *Neotropical Entomology*. 2001; 30(4): 501-516.
21. Jha S, Allen D, Liere H, Perfecto I, Vandermeer J (2012) Mutualisms and Population Regulation: Mechanism Matters. *PLoS ONE* 7(8): e43510. doi:10.1371/journal.pone.0043510

22. Becerra JXI, Venable DL. Extrafloral nectaries: a defense against ant-Homoptera mutualism?. *Oikos*. 1989; 55(2): 276-280.
23. Katayama N, Suzuki N. Extrafloral nectaries indirectly protect small aphid colonies via ant-mediated interactions. *Appl. Entomol. Zool.* 2010; 45 (3): 505–511.
24. McPhee KE, Groden E, Drummond FA. Ant–Homopteran Relationships: Relevance to an Ant Invasion in Maine. *Maine Agricultural and Forest Experiment Station Technical Bulletin*. 2008; Orono, EUA, 199.
25. Rando JSS, Lima CB. Detecção de *Aethalion reticulatum*(L., 1767) (Hemiptera: Aethalionidae) em alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum* L.) e observações sobre sua ocorrência. *Rev. Bras. Pl. Med.* 2010; 12(2): 239-242.
26. Levan KE, Holway DA. Ant–aphid interactions increase ant floral visitation and reduce plant reproduction via decreased pollinator visitation. *Ecology*. 2015; 96(6): 1620–1630.
27. Billick I, Hammer S, Reithel JS, Abbot P. Ant–Aphid Interactions: Are Ants Friends, Enemies, or Both? *Ann. Entomol. Soc.* 2007; 100(6): 887-892.
28. Stadler B, Dixon T. *Mutualism: Ants and their Insect Partners*. Cambridge: Cambridge Press; 2008.
29. Stadler B, Dixon AFG. Ecology and Evolution of Aphid-Ant Interactions. *Annual Review of Ecology: Evolution an Systematics*. 2005; 36.
30. Stadler B, Dixon AFG. Costs of ant attendance for aphids. *Journal of Animal Ecology* 1998; 67: 454-459, 1998.
31. Kindlmann P, Hullé M, Stadler B. Timing of dispersal: effect of ants on aphids. *Oecologia*. 2007; 152: 625–631.

32. Oliver TH, Mashanova A, Leather SR, Cook JM, Jansen VAA. Ant semiochemicals limit apterous aphid dispersal. *Proc. R. Soc. B.* 2007; 274: 3127–3131.
33. Tokunaga E, Suzuki N. Colony growth and dispersal in the ant-tended aphid, *Aphis craccivora*, Koch, and the non-ant-tended aphid, *Acyrtosiphon pisum*, Harris, under the absence of predators and ants. *Popul. Ecol.* 2008; 50:45–52.
34. Offenberg J. Balancing between mutualism and exploitation: the symbiotic interaction between *Lasius* ants and aphids. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2001; 49:304–310.
35. Ohgushi T. Herbivore-induced indirect interaction webs on terrestrial plants: the importance of non-trophic, indirect, and facilitative interactions. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 2008;128: 217–229.
36. Miñarro M, Fernández-Mata G, Medina, P. Role of ants in structuring the aphid community on Apple. *Ecological Entomology.*2010; 35: 206–215.
37. Styrsky JD, Eubanks MD. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. *Proc. R. Soc. B.* 2007; 274: 151–164.
38. Ng JCK, Perry KL. Transmission of plant viruses by aphid vectors. *Molecular Plant Pathology.* 2004; 5: 505–511.
39. Tegelar K, Hagman M, Glinwood R, Pettersson J, Leimar O. Ant – aphid mutualism: the influence of ants on the aphid summer cycle. *Oikos.* 2012; 121: 61-66.
40. Moraes GJ, Berti-Filho E. Controle biológico de pragas no Brasil. *Rev. USP.* 2005; 64.
41. Embrapa. Catálogos de cultivares de feijão comum. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; 2013, 24p.

42. Blackman RL, Eastop VF. In: van Emedem HF, Harrington R. Aphid as a Crop Pests. Oxford: CABI; 2007.
43. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília :Mapa/ACS; 2009.
44. Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*. 2015; 67(1), 148. doi:10.18637/jss.v067.i01.
45. Rosario-Martínez HD, Fox J, R Core Team. Analysing interactions of fitted models. 2015. Available: <https://cran.rproject.org/web/packages/phia/phia.pdf>.
46. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2016. ISBN 3-900051-07-0. Available: <http://www.R-project.org/>.
47. Schulze ED, Beck E, Müller-Hohenstein K. Plant Ecology. Berlin: Springer Science & Business Media; 2005.
48. Lovett-Doust J, Lovestt-Doust L. Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies. New York: Oxford University Press; 1988.
49. Zhang S, Shang Y, Ma K. The ecological effects of the ant-hemipteran mutualism: A meta-analysis. *Basic and Applied Ecology*. 2012; 13: 116-124.
50. Whitfield AE, Falk BW, Rotenberg D. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. *Virology*. 2015; 479-480: 278-289.
51. Styrsky JD, Eubanks MD. A facultative mutualism between aphids and an invasive ant increases plant reproduction. *Ecological Entomology*. 2010; 35: 190–199.
52. Wu D, Zeng L, Lu Y, Xu Y. Effects of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and Its Interaction with Aphids on the Seed Productions of

- Mungbean and Rapeseed Plants. *Journal of Economic Entomology*. 2014; 107(5):1758-1764.
53. Renault C K, Buffa LM, Delfino MA. An aphid-ant interaction: effects on different trophic levels. *Ecol Res*. 2005; 20: 71–74.
54. Moreira VSS, Del-Claro K. The Outcomes of an Ant-Treehopper Association on *Solanum lycocarpum* St. Hill: Increased Membracid Fecundity and Reduced Damage by Chewing Herbivores. *Neotropical Entomology*. 2005; 34(6): 881-887.
55. Suzuki N, Ogura K, Katayama N. Efficiency of herbivore exclusion by ants attracted to aphids on the vetch *Vicia angustifolia* L. (Leguminosae). *Ecological Research*. 2004; 19: 275–282.
56. Altfeld L, Stiling P. Argentine Ants Strongly Affect Some but Not All Common Insects on *Baccharis halimifolia*. *Environmental Entomology*. 2006 35(1):31-36.
57. Katis NI, Tsipsipis JA, Stevens M, Powell G. Transmission of plant viruses. In: Van Emden HF, Harrington R, editors. *Aphids as crop pests*. Wallingford: CABI; 2007.
58. Moreira X, Mooney KA, Zas R, Sampedro L. Bottom-up effects of host-plant species diversity and top-down effects of ants interactively increase plant performance. *Proceedings of the Royal Society*. 2012; 279: 4464–4472.
59. Tiffin P. Mechanisms of tolerance to herbivore damage: what do we know? *Evolutionary Ecology*. 2000; 14: 523-536.
60. Björkman C, Dalin P, Ahrné K. Leaf trichome responses to herbivory in willows: induction, relaxation and costs. *New Phytologist*. 2008; 179: 176–184.

61. Erkişson O. Seed size variation and its effect on germination and seedling performance in the clonal herb *Convallaria majalis*. *Acta Oecologica*. 1999; 20(1): 61-66.
62. Jakobsson A, Eriksson O. A comparative study of seed number, seed size, seedling size and recruitment in grassland plants. *Oikos*. 2000; 88: 494-502.
63. Rice KB, Eubanks M. No enemies needed: Cotton aphids (Hemiptera: Aphididae) directly benefit from red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) tending. *Florida Entomologist*. 2013; 96(3): 929-932.
64. Dixon, AFG. Aphid Ecology: Life Cycles, Polymorphism, and Population Regulation. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1977; 8: 329-353.
65. Bach CE. Direct and indirect interactions between ants (*Pheidole megaphala*) scales (*Coccus viridis*) and plants (*Pluchea indica*). *Oecologia*. 1991; 87: 233-239.
66. Delfino MA, Buffá LM. Algunas interacciones planta-áfido-hormiga en Córdoba (Argentina). *Zool. Baetica*. 2000;11: 3-15.
67. Gardiner MM, Landis DA, Gratton C, Difonz CD, O'Neal M, Chacon JM, Wayo MT, Schmidt NP, Mueller EE, Heimpel GE. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications*. 2005; 19(1): 143-154.
68. Schumacher E, Platner C. Nutrient dynamics in a tri-trophic system of ants, aphids and beans. *Journal of Applied Entomology*. 2008; 133:33-46.

S2 Table. Bean plant seed germination rates. Bean plant seed germination rate, mean per block (ten seed/block), from three treatments: Control - caged plants without ant-aphid interaction, and exclusion of all the arthropods from the plant; Community – cageless plants with free access to the entire arthropod community; and Ant free community – plants with ant exclusion. The isolated treatments Aphid and Ant-aphid did not have produced seed amount enough required to seed traits experiments.

Treatment	Blocks	Germination rate (%)
Control	1	100
Control	2	100
Control	3	100
Control	4	100
Control	5	100
Ant free community	1	100
Ant free community	2	99.5
Ant free community	3	100
Ant free community	4	100
Ant free community	5	100
Community	1	99.75
Community	2	100
Community	3	100
Community	4	100
Community	5	100

Artigo 2 - The role of ants in vegetable-garden: Ethnoknowledge of countryside communities from Santa Rita de Caldas-MG

Preparado de acordo com as normas da revista Journal of Ethnobiology

Versão preliminar

The role of ants in vegetable-garden: Ethnoknowledge of countryside communities from Santa Rita de Caldas-MG

Ernesto O. Canedo-Júnior^{1,2*}, G S. Santiago¹, Carla R. Ribas¹, Marina A. Angotti¹, André L. Tavares³ and Ernesto O. Canedo^(in memorian)

¹Laboratório de Ecologia de Formigas, Setor de Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário, CEP 37200-000 – Lavras, MG, Brasil.

²Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Poços de Caldas, Rua Corumbá, nº 72, Jardim dos Estados, CEP: 37701-100 – Poços de Caldas, MG, Brasil.

³Laboratório de Ecologia e Conservação de Insetos, Setor de Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário, CEP 37200-000 – Lavras, MG, Brasil.

* Corresponding author (canedojr.e.o@gmail.com)

¹Departamento de Entomologia, Laboratório de Ecologia de Formigas, Universidade Federal de Lavras, PO Box 3037, Lavras, MG CEP 37200-000, Brasil.

²Departamento de Biologia, Setor de Ecologia e Conservação, Laboratório de Ecologia de Formigas, Universidade Federal de Lavras, PO Box 3037, Lavras, MG CEP 37200-000, Brasil.

³ Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus Universitário de Rondonópolis, Universidade Federal do Mato Grosso, Rondonópolis, MT CEP 78735901, Brasil.

Abstract

Vegetable-gardens are important sites for the maintenance of the diversity of plants and animals, especially the insects and the conservation of such diversity is a reflection of the interaction of the traditional communities with nature. In this context, we aimed to identify the knowledge of countryside communities about family vegetable-gardens practice, concerning vegetables cultivated, main vegetable pests and their control methods. Besides, we aimed to understand from point of view of these communities, what is the role of ants in the horticultural environments. We interviewed 46 families from five rural communities from Santa Rita de Caldas, Minas Gerais state, Brazil. We establish the ethnographic profile of the interviewed communities, where we observed that the women are responsible for management of the vegetable-gardens and are the guardian of the traditional knowledge. The families have broad knowledge about plant cultivated, the plant pests and the methods to control them, especially by the alternative methods. However, the use of commercial pesticides is still frequent. About ants, the communities generally see them only as vegetable pests since few interviewed report some benefit from the ants for the vegetable production. The visited communities demonstrated little knowledge about ant diversity, behaviors, and their ecological importance. And even the ant-aphid interaction being pointed as prejudicial for several crops, this interaction apparently is not important to the family vegetable gardens visited. The urbanization and the intergenerational loss of the traditional knowledge had little effect in the traditional knowledge studied, we believe that effects of such process were confounded by the cultural characteristics of the communities studied. strategies that aim to rescue traditional knowledge and disseminate it among traditional communities are essential for the preservation of the regional rural culture and the conservation of agrobiodiversity, as well as help to ensure food security for the families.

Keywords: Ethnoentomology, Ethnomymecology, Ethnoecology, Horticultural practice, Regional culture

Introduction

From an ecological point of view, family vegetable gardens can represent complex ecological systems due to the diversity of cultivated plants they can contain, which also provides conditions for several other organisms, especially insects (Zalazar and Salvo 2007; Galluzi et al. 2010; Agbogidi and Adolor 2013). The maintenance of such diversity has its roots in the culture of civilizations that for decades taught, especially to women, how to cultivate numerous species of plants near their homes to ensure the alimentary, medicinal and religious needs of their families (Mafra and Stadler 2007, Cambruzzi and Rubim 2013). However, the knowledge that originated in these traditional communities is being threatened by urbanization (Lasisi and Ekpenyong 2011). This process may reflect disinterest on behalf of new generations in learning about traditional knowledge, even among those who still reside in rural communities, resulting in intergenerational loss of traditional knowledge (Takako 2004).

In Brazil, the family vegetable garden continues to be an important factor for the survival of numerous families (Amorozo 2002; Pereira et al. 2017). This is particularly true for families that belong to countryside communities, for which products from vegetable gardens represent their main food source, as well as a source of income. Another important aspect of the practice of horticultural is that it ensures the alimentary

security of families (Altieri 2004) and, given the variety of vegetables cultivated, provides food of high nutritional value and with minimal use of agrochemicals.

One of the challenges to cultivating vegetable gardens is the presence of pests. The diversity of vegetables typically cultivated attracts several pest species, which decrease production or make vegetable consumption unviable. Among such pests are several insect species that have been reported in vegetable gardens. The most frequent taxa of pests are aphids, caterpillars, grasshoppers, beetles (larvae and adults) and ants. However, people often misidentify non-insect animals as belonging to the Class Insecta (Costa-Neto and Resende 2004; Moraes and Alves 2013; Moraes et al. 2017). In fact, animals that cause feelings such as fear, repulsion and disgust or that cause damage to the belongings of a family are usually recognized as insects (Silva and Costa-Neto 2004; Jorge et al. 2014). Among these misclassified taxa are spiders (Class Arachnida), snails (Class Gastropoda), earthworms (Class Clitellata), frogs (Class Amphibia), rats (Class Mammalia), and snakes (Class Reptilia). Due to the frequent presence of pests in vegetable gardens, families have over the generations developed various methods for their control, such as the use of extracts from vegetation growing near the home.

Among the insects found in vegetable gardens, ants are frequently reported (Valadares and Pasa 2010; Boff et al. 2011; Valadares and Pasa 2012; Santos et al. 2015; Alves 2015; Moraes et al. 2017). Several ant species can live in horticultural environments, and due to their diversity of habitats and behaviors, they interact in different ways with cultivated plants and with other organisms present in such ecosystems. Although ants are usually regarded only as pests in the family garden, they can also participate in a number of important ecological processes that favor increased productivity of cultivated vegetables.

In this context, we aimed to assess local traditional knowledge of countryside communities about the practice of maintaining family vegetable gardens with regard to the vegetables cultivated, the main vegetable pests and the methods used for pest control. We also aimed to understand the point of view of these communities with regard to the role of ants in horticultural environments. In particular we were interested in learning whether the ant-aphid interaction is among the behaviors cited by community members since this interaction can occur on several different cultivated plants in the vegetable gardens and intensify the damage aphids cause to plants, thereby compromising vegetable production (Renault 2005; Wu et al. 2014; Levan and Holway 2015).

In order to understand whether urbanization and the intergenerational loss of traditional knowledge influence the answers of community members, we tested the following hypotheses: (i) the number of vegetables cultivated, and the number of pests reported and pest control methods used, will increase with increasing distance of the community from the nearest urban center, and increase with increasing age of the interviewee; and (ii) the species richness and number of behaviors reported for ants of vegetable gardens will increase with increasing distance of the community from the nearest urban center, and increase with increasing age of the interviewee.

Materials and Methods

We conducted the study during July 2015 in the municipality of Santa Rita de Caldas, Minas Gerais, Brazil. This small municipality is localized in southern Minas Gerais State and contains about 10 Thousand inhabitants. The economy of the municipality is based on agricultural activities including family farming and dairy farming (IBGE 2018).

We received assistance in choosing the study communities from Mr. Ernesto de Oliveira Canedo. Mr. Canedo worked for 34 years along the rural roads of the municipality and has extensive knowledge about countryside communities present in the area. Mr. Canedo led us to the most distant community from the urban center (via roads), which served as our starting point. We recorded the location of the community with GPS, and then, while returning towards the urban center, recorded the locations of other communities encountered. For the study, we chose only communities composed of at least ten families. At the end of the route we had identified five communities of varying distances from the urban center (Figure 1).

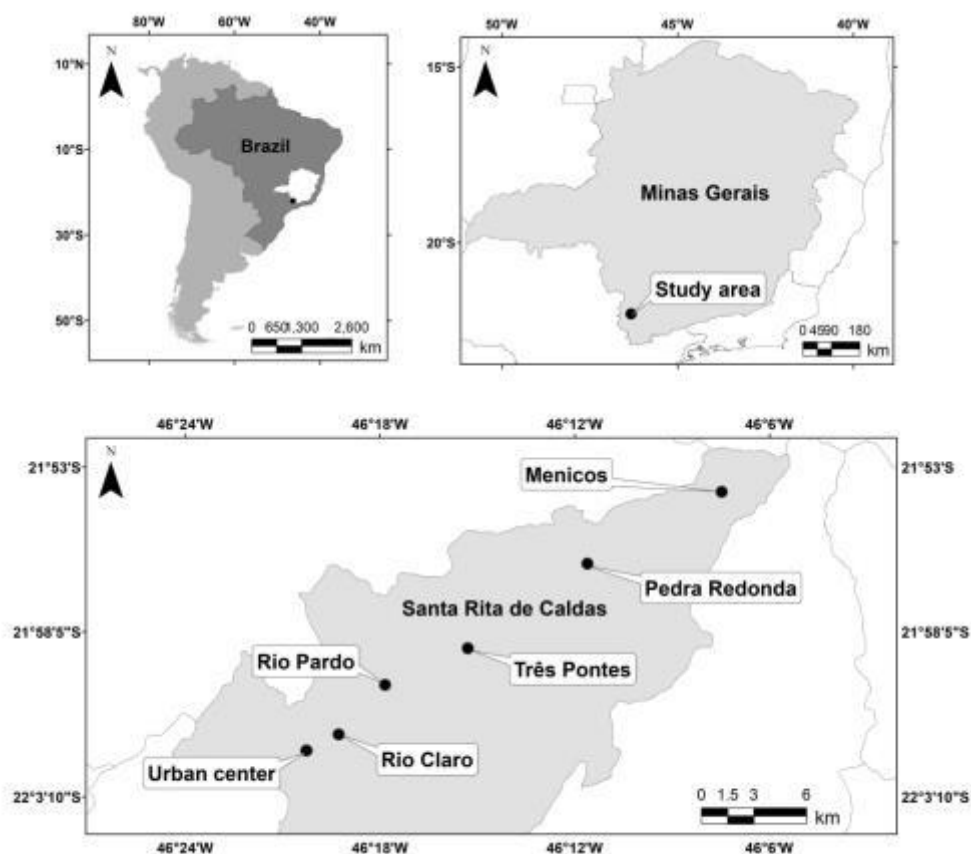


Figure 1. Study area in the municipality of Santa Rita de Caldas, Minas Gerais, Brazil. The five rural communities studied are: Rio Claro, Rio Pardo, Três Pontes, Pedra Redonda and Menicos.

We performed interviews using a formulary containing 14 free-interpretation questions that were previously approved by Universidade Federal de Lavras ethical committee (Document number 1.126.821). The questions were divided into four parts: **i)** interviewee identification; **ii)** vegetable garden characterization; **iii)** listing of vegetable garden pests and control methods; and **iv)** listing of ants present in the vegetable garden (Appendices 1). To find all the residences of the community, we received assistance from interviewed families who indicated other families living nearby that we could interview. Before giving the formulary, we introduced the project to the families, and had those who agreed to participate sign a “consent term” document agreeing to allow us to use the information they provide. Each interview was performed with two researchers, with one formulary per family.

Data Analyses

Ethnographic analyses

To establish an ethnographic profile of the interviewed population of the five communities, we calculated arithmetic means and relative frequencies for the interviewee identification data. To characterization family vegetable gardens we used Relative Frequency of Citation (RFC) (Parthiban et al. 2016) for the number of vegetables cultivated, the number of pests reported, the types of pest control methods used and the ant species richness reported. We grouped the data for the variable ‘pest control methods reported’ into four categories: alternative methods (methods that use

natural products or products which originally were not produced for this purpose); commercial pesticides (products that are sold in specialized shops of agricultural inputs); natural enemies (reported organisms acting as biological controls); and mystical/religious methods (methods that involve religious or mystical rituals).

Hypotheses testing

In order to test the first hypothesis, we used generalized linear models (GLM) in R 3.4.3 (R Core Team 2017), with ‘distance of community from the urban center’ and ‘interviewee age’ as explanatory variables and ‘number of vegetables cultivated’, ‘number of pests reported’ and ‘types of pests control methods used’ as response variables. To estimate the number of vegetables cultivated, number of vegetable pests and ant species richness reported we used the ethnoespecies reported by the interviewees.

To test our second hypothesis, we also used generalized linear models (GLM) in R 3.4.3 (R Core Team 2017), with ‘distance of community from the urban center’ and ‘age of the interviewee’ as explanatory variables and ‘ant species richness reported’ and ‘number of different ant behaviors reported’ as response variables. Due to the different units of our explanatory variables, we relativized them prior to analysis to prevent potential bias.

Results

We visited 59 families in the five communities chosen for the study; however, 13 of the families refused to participate in the survey. Thus, a total of 46 families were interviewed.

Ethnographic profile

Of the 46 interviewees, 38 were women with a mean age of 47 (s.d. \pm 14.77) years and eight were men with a mean age of 58 (s.d. \pm 18.16) years. The three most frequent occupations among women were housewife (47%), farmer (29%) and retiree (11%) (Figure 2). Only three occupations were cited for the men: farmer (63%), retiree (25%) and driver (13%) (Figure 2). The average time of residence in the community was 25 (s.d. \pm 20.86) years.

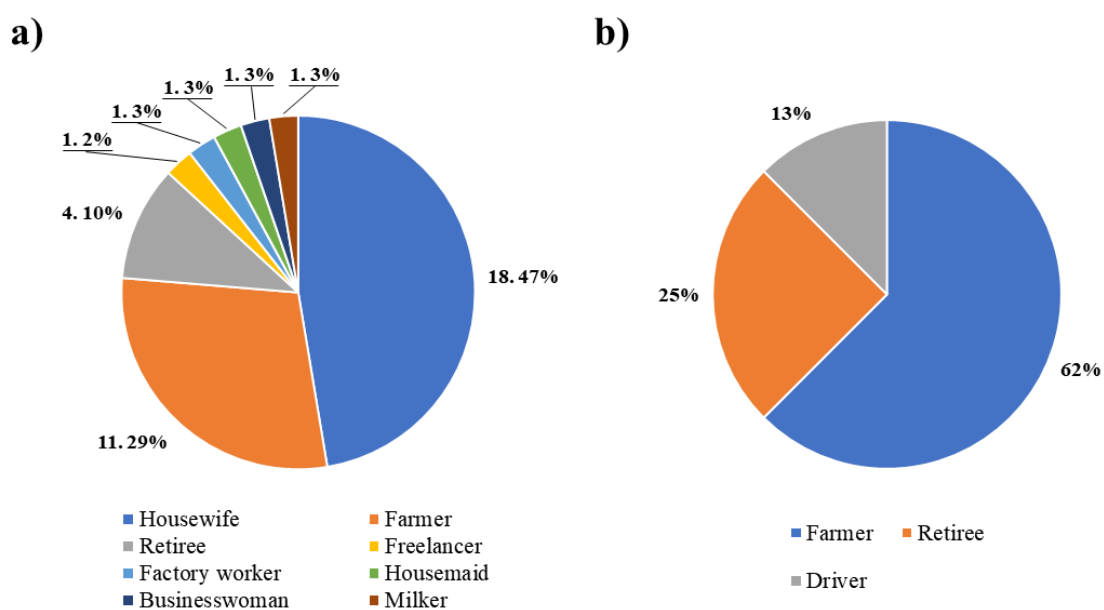


Figure 2. Relative frequency of the occupations reported by **a)** women and **b)** men interviewees.

Characterization of family vegetable gardens

Among all the interviewees, only two reported never having had a vegetable garden at their residence. However, one of these respondents still answered all the questions about vegetable garden management. The interviewees reported a total 60 different ethnospecies of vegetables cultured in the gardens, including food and medicinal plants. The Relative Frequency of Citation (RFC) analysis revealed that the three most cited vegetables were lettuce (Alface) (RFC = 0.96), kale (Couve) (RFC = 0.93) and chive (Cebolinha) (RFC = 0.48) (Table 1).

Table 1. Ranking of vegetables cultivated in the family vegetable gardens according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis.

Vegetable name	Number of Citations	Relative Frequency of Citation	Vegetable name	Number of Citation	Relative Frequency of Citation	Vegetable name	Number of Citations	Relative Frequency of Citation
Alface	44	0.96	Pimenta	4	0.09	Batata doce	1	0.02
Couve	43	0.93	Quiabo	4	0.09	Berinjela	1	0.02
Cebolinha	22	0.48	Coentro	3	0.07	Ervilha	1	0.02
Beterraba	18	0.39	Pepino	3	0.07	Guiné	1	0.02
Repolho	18	0.39	Cebola	3	0.07	Erva	1	0.02
Tomate	13	0.28	Melissa	3	0.07	Laranja	1	0.02
Hortelã	12	0.26	Erva doce	2	0.04	Limão	1	0.02
Cenoura	11	0.24	Chicória	2	0.04	Maxixo	1	0.02
Salsinha	10	0.22	Couve Flor	2	0.04	Mandioquinha	1	0.02
Almeirão	7	0.15	Gengibre	2	0.04	Milho	1	0.02
Brócolis	7	0.15	Inhame	2	0.04	Mogango	1	0.02
Jiló	7	0.15	Rabanete	2	0.04	Nevalgina	1	0.02
Abobrinha	6	0.13	Salsa	2	0.04	Peixinho	1	0.02
Azedinha	6	0.13	Vagem	2	0.04	Pimenta malagueta	1	0.02
Erva cidreira	6	0.13	Manjeriçao	1	0.02	Planta miúda	1	0.02
Mandioca	6	0.13	Abacaxi	1	0.02	Pimentão	1	0.02
Rúcula	6	0.13	Abóbora Italiana	1	0.02	Poejo	1	0.02
Chuchu	5	0.11	Acelga	1	0.02	Tomate jiló	1	0.02
Arruda	5	0.11	Alecrim	1	0.02	Tomate-cereja	1	0.02
Espinafre	5	0.11	Alho	1	0.02	Vagem de cerca	1	0.02

The interviewees cited 13 different ethnospecies of vegetable pests. Among these, the most frequently cited were aphid (*Pulgão*) (RFC = 0.78), caterpillar (*Lagartas*) (RFC = 0.54) and leaf-cutting ants (*Formigas cortadeiras*) (RFC = 0.26) (Table 2).

Table 2. Ranking of pest ethnospecies in the family vegetable gardens according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis.

Pests	Number of Citations	Relative Frequency of Citation
Pulgão	36	0.78
Lagartas	25	0.54
Formigas cortadeiras	12	0.26
Caramujos e Lesmas	10	0.22
Fungo	3	0.07
Grilo	2	0.04
Besourinho amarelo	1	0.02
Broca	1	0.02
Coró	1	0.02
Formiga-lava-pé	1	0.02
Minhoquinha	1	0.02
Percevejo	1	0.02
Tatuzinho	1	0.02

The interviewees reported 26 different pest control methods, distributed among the four categories as follows: alternative methods (20); commercial pesticides (2); natural enemies (2); and mystical/religious methods (2). According to the RFC analysis, the three most frequent methods reported were from the alternative methods category: ashes (Cinzas) (RFC = 0.43), tobacco (fumo) (RFC = 0.24) and to extract the infested or damaged leaf (Arrancar a folha) (RFC = 0.22). The fourth most cited pest control

method, granulated insecticide (Veneno granulado) (RFC = 0.20), was from the commercial pesticides category (Table 3).

Table 3. Ranking of the pest control methods reported, according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis.

Pests control methods	Method category	Number of citations	Relative Frequency of Citation
Cinzas	Alternative	20	0.43
Fumo	Alternative	11	0.24
Arrancar a folha	Alternative	10	0.22
Veneno granulado	Commercial pesticide	9	0.20
Aguagem	Alternative	5	0.11
Coleta manual da praga	Alternative	5	0.11
Detergente	Alternative	4	0.09
Água sanitária	Alternative	3	0.07
Álcool	Alternative	3	0.07
Veneno spray	Commercial pesticide	3	0.07
Contas de Santa Bárbara	Alternative	2	0.04
Joaninha	Natural enemy	2	0.04
Leite	Alternative	2	0.04
Arruda	Alternative	1	0.02
Benzimento	Mystical / Religious	1	0.02
Calcário	Alternative	1	0.02
Casca de alho	Alternative	1	0.02
Casca de cebola	Alternative	1	0.02
Creolina	Alternative	1	0.02
Esterco de vaca	Alternative	1	0.02
Sabão em pó	Alternative	1	0.02
Salmoura	Alternative	1	0.02
Simpatia	Mystical / Religious	1	0.02
Urina de vaca	Alternative	1	0.02
Vespa	Natural enemy	1	0.02
Vinagre	Alternative	1	0.02

Four interviewees report that there were no ants in their vegetable garden. Most interviewees classified ants as a vegetable pest (82.6%), mainly for damage to vegetables. Only one interviewee reported benefits of ants for vegetable garden production, including soil fertilization and predation on other insects. Another interviewee reported a benefit of ants to human health, in the form of inhaling formic acid to heal sinusitis.

The interviewees reported a total of eight ant ethnospecies, with the most cited being “Cortadeira”, “Cabeçuda” or “Saúva”, followed by “Lava-pé” and “Doceira”. From the ecological characteristics reported for these ethnospecies, we made potential identifications to genus or species and calculated the RFC (Table 4).

Table 4. Ranking of the ant ethnospecies reported, according to Relative Frequency of Citation (RFC) analysis. Possible species and/or genus of ants basing on the characteristic reported in the interviews.

Ethnospecies	Number of Citations	Relative Frequency of Citation	Possible Species and/or Genus
Cortadeira, Cabeçuda or Saúva	17	0.37	<i>Atta</i> sp.
Lava-pé	11	0.24	<i>Solenopsis invicta</i>
Doceira	4	0.09	<i>Camponotus vittatus</i>
Monte de cisco or Quenquém	3	0.07	<i>Acromyrmex</i> sp.
Baúva	1	0.02	<i>Camponotus rufipes</i>
Correição	1	0.02	<i>Labidus</i> sp. or <i>Eciton</i> sp.
Miudinha vermelha	1	0.02	Unknown
Pretinha	1	0.02	Unknown

When asked about ant behavior in the vegetable gardens, 65% of the interviewees reported behaviors that negatively affected vegetable production, and

characterized the behaviors mainly by using the verbs “to cut” (the leaves) and “to carry” (the leaves). Only three interviewees reported the presence of the ant-aphid ecological interaction in the vegetable garden, while one person cited ants acting as predators of other insects.

Hypotheses Testing

Our first hypothesis was refuted since community distance from the urban center was negatively related to the number of vegetables cultivated ($F = 4.87$; $p = 0.03$) (Figure 3), whereas interviewee age had no effect ($F = 2.23$; $p = 0.14$). The number of pests reported and the number of different types of pest control methods used were not related to community distance from the urban center ($F = 0.60$; $p = 0.44$ and $F = 1.27$; $p = 0.27$) nor by interviewee age ($F = 0.14$; $p = 0.70$ and $F = 0.09$; $p = 0.77$).

Our second hypothesis was also refuted, since community distance from the urban center and interviewee age did not influence ant species richness ($F = 1.2324$; $p = 0.2736$ and $F = 1.5109$; $p = 0.2262$) and the number of different behaviors of ants ($X^2 = 49.456$; $p = 0.9849$ and $X^2 = 48.337$; $p = 0.2902$) reported.

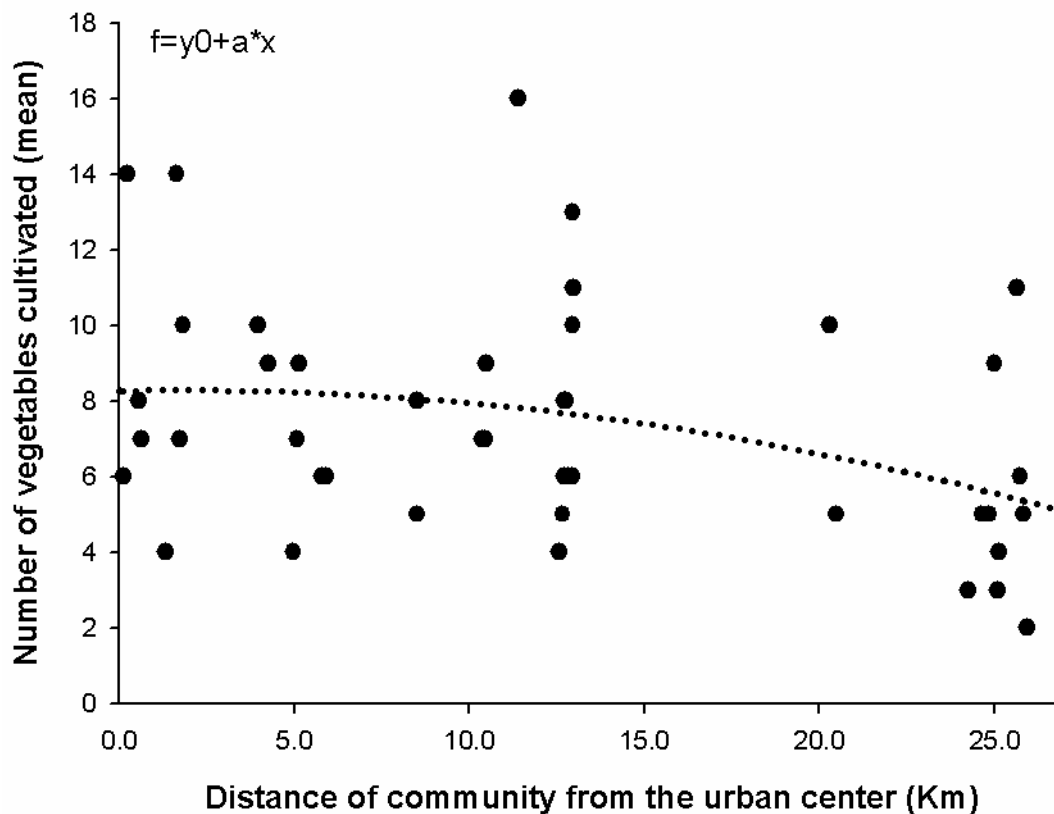


Figure 3. Relationship between community distance from the urban center and the number of vegetables cultivated in family vegetable gardens ($F = 4.87$; $p = 0.03$; $N = 46$; $r^2 = 0.1101$).

Discussion

In our study we were able to establish the ethnographic profile of the communities visited concerning the practice of family vegetable gardening. We assessed familial knowledge about the vegetables cultivated, the main vegetable pests and the methods used to control them. We also assessed familial knowledge of the ant species present in vegetable gardens and their behaviors. Both of our original hypotheses were refuted. Our first hypothesis was refuted since the number of

vegetables cultivated decreased with increasing community distance from the urban center, while distance did not affect the number of pests reported and the types of pest control methods used. Furthermore, interviewee age did not affect any of the variables tested. Our second hypothesis was also refuted since community distance from the urban center and interviewee age did not affect the number of ant species nor the number of different ant behaviors reported.

We realized that many of the people who refused to participate in the interviews (22%) made this decision after the presentation and explanation of the consent form (TCLE), mainly because of the requirement to provide official document numbers and to sign the form. We believe that our 78% success rate for visits can be attributed to the presence of our informant Mr. Canedo, and due to the fact that he had worked in the communities for many years and people trusted him. In this sense, our results corroborate those of Albuquerque et al. (2010), who discussed the importance of a local informant for the success of ethnobiological surveys.

Most of the people interviewed in our study were women (83%). Throughout our visits we observed that when the subject of our survey was mentioned women were indicated to answer the questions, even when there were men in the households. The men typically said: "the woman is the one who knows about vegetable garden things". This fact corroborates Mafra and Stadtler (2007), and Cambuzzi and Rubim (2013), who demonstrated that culturally, women are responsible for cultivating and managing vegetable garden production. Another interesting fact is that most of the women interviewed were housewives. Housewives spend almost all their time at the household performing housework, and thus can dedicate part of this time to acquire alternative food supplies for their families.

We found a great variety of ethnosppecies (60) being cultivated. However, when we consider the frequency that each ethnosppecies was reported, 43% were cited only once. Only two ethnosppecies were reported in more than 50% of the interviews: lettuce (alface) and kale (couve). We believe that lettuce was the most cited plant because their plantlets are easily found in farming shops, their cultivation is relatively simple, they develop rapidly, and they can be cultivated throughout the entire year in the region of the study (Makishima 1993). Kale was the second most cited ethnosppecies, being a much-appreciated component of many regional culinary recipes. The success of this plant can be attributed to its flavor and high nutritional value, in addition to it having a relatively long life and high productivity with little management required (Makishima 1993).

The distance of the community from the urban center negatively affected the number of vegetables cultivated. This result can be attributed to the difficulty that families who live farther from the urban center have in acquiring plantlets to cultivate. Several vegetables reported by the respondents were commercial plants that have short life cycles and are usually harvested whole for consumption (e.g. lettuce, beet, cabbage, carrot, broccoli etc.), and thus need to be planted constantly. Since the families generally cultivate plants only for food, they do not produce seeds for the maintenance of the crop, and instead need to constantly purchase new plantlets to maintain production. Due to such difficulties, families generally prefer to buy vegetables at the market that are ready for consumption. Another important fact is that agriculture by small producers who produce several kinds of plants in temporary farming is one of the most important economic activities in the municipality. Most of the families from the farthest rural communities perform such farming and receive some vegetables for their

own consumption, and thus cultivate only a few vegetables in their own gardens (Personal communication).

In our study, the age of the interviewees did not affect any of the variables tested. We believe that there are two factors that can explain this result. The first is that the majority of the interviewees were women while the second is that there was little variation in the age of the interviewees. Veiga-Junior (2008) showed that, culturally, women are generally the responsible for the conservation of traditional knowledge, while Reyes-García et al. (2013) showed that the effects of intergenerational losses of traditional knowledge is more evident in men than in women. Thus, due to the majority of the interviewees being women, and with little variation in their ages, we could not assess the true effects of intergenerational losses of traditional knowledge in the communities studied.

The number of pest ethnospecies (13) was low compared to the number of plant ethnospecies reported (60). This result corroborates the study of Bentley (1989), who showed that, in general, traditional communities have more knowledge about plants than about animals. This fact is understandable since knowledge of the plants of vegetable gardens is more important to the survival of the families than knowledge of the animals living there. Community distance from the urban center did not affect the number of pests reported. Additionally, one ethnospecies may represent several different taxonomic species since people of the communities tend to recognize ethnospecies for their utility or importance rather than by taxonomic rules (Costa-Neto and Pacheco 2004; Santos-Fita and Costa-Neto 2009; Petiza et al. 2014).

In our study, the two most cited pest ethnospecies were aphids and caterpillars, which represent two insect groups that contain many species. However, because the

species within each of these groups cause similar damage to plants, the communities classify them as a single ethospecies. Another important factor to consider is that the two most cited pests are very important in the cultivation of the two most frequently reported vegetables: lettuce (Colariccio and Chaves 2017) and kale (Trani et al. 2015). Thus, since these two vegetables are the most frequently cultivated by the families of all the communities, the families tend to learn more about these plants and consequently about their pests, irrespective of the distance of the community, since such pests are present in almost all vegetable gardens.

Most of the pest control methods cited belonged to the category of alternative methods, and the most cited method was the use of ashes. The use of ashes for pest control has been previously reported (Valadares and Pasa 2010), and the practice is also used widely by other communities for soil fertilization (Neves et al. 2013) and in the preparation of soap known as "ashes soap" (*sabão de cinzas*) (Pinheiro and Giordan 2010). The second most cited method was the use of tobacco, one of the most widely known bioinsecticides for use in organic agriculture because it is easy to obtain, is cheap and is efficient at controlling pests (Andrade and Nunes 2001, Valadares and Pasa 2010). Other alternative methods reported include manual extraction of the infested or damaged leaf and manual extraction of the pest. These methods are simple and fast, however, the extraction of infested or damaged leaves may result in the loss of plant parts that could otherwise be consumed.

Commercial pesticides were also cited, with one of them, granulated formicide, being the fourth most cited pest control method. Granulated formicide is used to control leafcutter ants and is easily found in farming shops, which is somewhat worrisome because none of the interviewees reported having received instructions or monitoring

from an agricultural professional for application of the insecticide. The improper use of pesticides can negatively impact the health of the farmer. Furthermore, it can also affect other organisms that are important to vegetable production such as pollinators (Goulson et al. 2015), biological control agents (Talebi et al. 2008) and soil engineers (Yasmin and D'Souza, 2010).

Once again, community distance from the urban center did not affect the number of pest control methods reported, which can be attributed to the fact that only two vegetable ethnospices (lettuce and kale) were widely used in the vegetable gardens of families studied. As discussed above, the most frequently reported pest species generally occur on these two vegetables, and so the methods used to control them tend to be the same among families irrespective of the distance from the urban center.

Regarding the role of ants, most of the interviewees reported that ants are only vegetable pests. This result is consistent with other studies that found ants to be one of the most cited pests in family farming (Valadares and Pasa 2010, Santos et al. 2015, Moraes et al. 2017). This pattern can be attributed to the culture of traditional communities, which usually does not recognize the benefits of insects (Macedo and Soares 2012, Jorge et al. 2014).

Only one interviewee reported ants to be beneficial to vegetable gardening, by playing a role in soil fertilization — "(the leafcutter ant)...cultivates the soil, where it disturbs making a good product." ["*a formiga*)...cultiva a terra, onde ela mexe sai um produto bom."] — and functioning in biological control — "(the ant)...eats the insects." ["*a formiga*)...come os insetos"] - - Mr. J.M.F. 66 y.o. This is consistent with Santos et al. (2012), who found that interviewees usually do not recognize the importance of ants in nature. Ants were also cited as benefiting human health: "Baúva ant has a strong

smell that is inhaled for (treat) sinusitis." - S.C.A. 72 y.o. ["*Formiga Baúva tem cheiro forte, que cheira para (tratar) sinusite.*"]. The use of ants for medicinal purposes was also cited in other studies where communities used ants of the genus *Atta* in the treatment of sore throats (Alves et al., 2015) and ants of the subfamily Ponerinae in the treatment of asthma and back pain (Costa-Neto and Resende 2004). Inhaling formic acid of Baúva ants (probably *Camponotus rufipes*) for the treatment of sinusitis and nasal congestion is common among the rural communities of the studied municipality (Mr. Canedo personal communication).

Despite the high species diversity of ants that can be found in vegetable gardens, only eight ethnospecies were reported in our survey. Even considering that one ethnospecies may represent more than one taxonomic species, the number of ant ethnospecies reported is still small. Valadares and Pasa (2012) also reported that traditional communities know only about ants that affect (positively or negatively) their lives. The most cited ethnospecies belong to the genus *Atta*, since these ants cut the vegetables causing damage, and thus are more visible to people. The second most cited ant ethnospecies was "Lava-pé", which probably refers to *Solenopsis invicta*. The frequency of reports for this ant are likely due to its painful sting and because this species is common in open areas with abundant management activity, such as vegetable gardens (Morrison et al. 2004). The third most cited ant ethnospecies was "Doceira", which probably refers to ants belonging to *Camponotus vittatus*. These ants are relatively big and are commonly found in kitchens and the surroundings of homes (Soares et al. 2006, Ferreira-Châline and Châline 2007).

Among ant behaviors, most of the interviewees reported only those related to losses in vegetable farming. This can be explained by the constant activity of leaf-

cutting ants, which can cut and carry an extensive number of vegetal fragments (Della Lucia and Oliveira 1993), and so are easy observed. In this context, ant behaviors that negatively affected vegetable production may hide behaviors that benefit vegetables and that are less visible, such as behaviors related to the nutrient cycling process and biological control.

Even the ant-aphid interaction, which is considered a major problem for organic agricultural practices (Delabie 2001), was not cited for the majority of the families interviewed. Only three interviewees reported some knowledge of this interaction in the vegetable garden. One of these believed that the interaction begins when ants lay eggs on the plant and that aphids emerge from these eggs: "Little black ant which did climb and lay some little eggs and seems that make some kind of fungi. They say that it (the ant) goes following the aphids." - Mr. C.A.O. 36 y.o. [*"Formiguinha preta que subia e colocava uns ovinho e parece que faz ter um tipo de fungo. Diz que (a formiga) vai atrás do pulgão."*]. Another interviewee was uncertain about the nature (mutualistic or predatory) of the interaction: "A little black ant that I do not know whether it kills or protects the aphid." - Mrs. A.A.B. 40 y.o. (*"Uma formiguinha pretinha que não sei se mata ou protege o pulgão."*). Moraes et al (2012) reported that interviewees also blame ants for the appearance of fungi among the vegetables, classifying them as "the ants which lay fungus", which represents the ant-mealybug interaction. This shows that traditional people know more about the consequences of the interaction for the plant than the nature of the interaction itself (e.g. which organisms participate in the interaction or whether such interaction is mutualistic or predatory). Only one interviewee expressed an accurate understanding of the ant-aphid interaction, mentioning details about the behavior exhibited by the ant: "Aphid, the ant grabs it and

feeds on its feces and take care about it and make a little house of soil." - J.M.F. 66 y.o. ("*Pulgão, a formiga pega ele e alimenta do estrume dele e zela dele e faz uma casinha de terra.*"). In this context, the ant-aphid interaction seems not important in the vegetable gardens studied since the interviewees had little knowledge about it. We believe that this result can be attributed to the gregarious behavior of aphids, since disturbance during vegetable garden management the aphid-tending ants flee from the plants and while the aphids remain and, consequently, people only see the aphids in the plants and thus attribute the damage caused to vegetables to only them.

Urbanization did not affect the number of ant species and behaviors reported. As discussed above, traditional communities usually learn and teach more about the ants that affect (mostly negatively) their lives. Therefore, since there are few ant species that negatively affect human lives (Hölldobler and Wilson 1999), and each ant ethnospecies can include several taxonomic species, the low number of ant species found in our study is understandable. In this context, for traditional communities, in general, it is only important to know about ants that affect their lives in some way, irrespective of the degree of urbanization.

Our study shows that, even with increasing urbanization, horticultural practices are still present in rural communities. We also show that such communities have broad knowledge of alternative pest control methods, however, for the leafcutter ants they only use commercial pesticides, which represents a risk to the health of the families and the environment. The visited communities have little knowledge about ant diversity, behaviors, and their ecological importance. Such knowledge is important since it can increase understanding of the true role of ants in vegetable gardens, which in turn may facilitate sustainable management of these environments (e.g. reducing costs due to

pesticides since some ant species can act as biological control agents and improve soil structure and fertilization, via the nests of ground-nesting ants.). None of our hypotheses were accepted. We believe that the effects of urbanization and the intergenerational loss of traditional knowledge were confounded by the cultural characteristics of the communities studied. In this sense, strategies that aim to rescue traditional knowledge and disseminate it among traditional communities are essential for the preservation of the regional rural culture and the conservation of agrobiodiversity, as well as help to ensure food security for the families.

Acknowledgements

We are very thankful to the 46 families from the communities Rio Claro, Rio Pardo, Três Pontes, Pedra Redonda e Menicos, who received us very kindly and spent their time and attention sharing with us their knowledge. We want to thanks Antônio Queirós and Cássio Nunes for the support with the statistical analyses. We also thanks Ícaro Gonzaga and Felipe Lopes for the treatment and pre-analyses of the data. EOCJ receive financial assistance from CNPq, GSS, MAA and ALT from CAPES and CRR from FAPEMIG

References Cited

- Agbogidi, O.M. and E. B. Adolor. 2013. Home gardens in the maintenance of biological diversity. *Applied Science Reports* 1 (1), 2013: 19-25.
- Albuquerque, U. P., R. F. P. Lucena, L. V. F. C. Cunha, eds. 2010. *Métodos e Técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica*. NUPPEA, Recife, PE, Brazil.
- Altieri, M. A. 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers Ecology Environment* 2(1): 35–42.
- Alves, M. T. A., J. E. Freire, P. E. T. Braga. 2015. O Conhecimento Local Sobre os Insetos Pelos Moradores do Município de Groaíras, Ceará. *Ensaio e Ciências, Ciências Biológicas Agrárias e da Saúde* 19(1):7-15.
- Amorozo, M. C. M. 2002. Agricultura tradicional: espaços de resistência e o prazer de plantar. In: *Atualidades em Etnobotânica e Etnoecologia*, organized by U. P. Albuquerque, A. G. Alves, A. C. B. Silva, V. A. Silva pp. 123-131. SBEE, Recife, Brazil.
- Andrade, L. N. T. and M. U. C. Nunes. 2001. *Produtos alternativos para controle de pragas em agricultura orgânica*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracajú, SE, Brazil.
- Bentley, J. W. 1989. What farmers don't know can't help them: The strength and weakness of indigenous technical knowledge in Honduras. *Agriculture and human Values* 6(3): 25-31.
- Boff, M. I. C., A. Giesel, P. Fernandes, P. Boff, J. M. Rosa. 2011. Percepção dos agricultores em relação as formigas cortadeiras no Planalto Serrano Catarinense. *Cadernos de Agroecologia* 6(2). [online]. URL: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/10698/7293>. Accessed on December 2017.
- Cambruzzi, C. and L. Rubim. 2013. O papel da mulher agricultora familiar na preservação da paisagem rural. Paper presented at the *Seminário Internacional Fazendo Gênero 10*, Florianópolis, 2013. ISSN 2179-510X. Available at: <http://www.fg2013.wwc2017.eventos.dype.com.br/site/anaiscomplementares>. Accessed on January 2018.
- Colariccio, A, A. L. R. Chaves 2017. *Boletim Técnico Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface*. n. 29. Instituto Biológico, São Paulo, Brazil.
- Costa-Neto, E. M. and J. J. Resende. 2004. A percepção de animais como “insetos” e sua utilização como recursos medicinais na cidade de Feira de Santana, Estado da Bahia, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 26(2): 143-149.
- Costa-Neto, E. M. and J. M. Pacheco. 2004. A construção do domínio etnozoológico “inseto” pelos moradores do povoado de Pedra Branca, Santa Terezinha, Estado da Bahia. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 26(1): 81-90.
- Delabie, J. H. C. 2001. Trophobiosis Between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an Overview. *Neotropical Entomology* 30(4): 501-516.

- Della Lucia, T. M. C. and M. A. Oliveira. 1993. Forrageamento. In: *As Formigas-cortadeiras*, edited by T.M.C Della Lucia, pp. 84-105. Editora Folha de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.
- Ferreira-Châline, R. S. and N. Châline, N. 2007. Formigas-Urbanas do Espírito Santo: história, cultura e estado da arte. In: *Formigas em ambientes urbanos no Brasil*, edited by O. C. Bueno, A. E. C. Campos, M. S. C. Morini, pp. 481-498. Canal 6, Baurú, SP, Brazil.
- Galluzzi, G., P. Eyzaguirre, V. Negri. 2010. Home gardens: neglected hotspots of agrobiodiversity and cultural diversity. *Biodiversity Conservation* 19:3635–3654.
- Goulson, D., E. Nicholls, C. Botías, E. L. Rotheray. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347(6229). DOI: 10.1126/science.1255957.
- Hölldobler, B., E. O. Wilson. 1999. *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- IBGE. Santa Rita de Caldas – Minas Gerais [web page]. URL: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-rita-de-caldas/panorama>. Accessed on January 10, 2018.
- Jorge, V. C., D. C. M. Sánchez, M. D. Souza, M. C. Pasa, E. H. Rezende. 2014. Conhecimentos entomológicos pelos moradores do bairro Verdão em Cuiabá – MT. *Enciclopédia Biosfera* 10(18): 3814 -3824.
- Lasisi, R. and A. S. Ekpenyong. 2011. Urbanization and loss of Traditional Ecological Knowledge: Lessons from Rumuodomaya Community in River State. *International Journal of Cross-Cultural Studies* 1(1), ISSN: 0974-3480.
- Levan K. E., D. A. Holway. 2015. Ant–aphid interactions increase ant floral visitation and reduce plant reproduction via decreased pollinator visitation. *Ecology* 96(6): 1620–1630.
- Macedo, E. V., I. M. F. Soares. 2012. Percepção de “Insetos” por Moradores de Zonas Urbanas do Município de Paulo Afonso, Bahia, Brasil. *Revista Ouricuri* 2(1): 75-90.
- Mafra, M. S. H. and H. H. C. Stadtler. 2007. Etnoconhecimento e conservação da biodiversidade em áreas naturais e agrícolas no planalto sul catarinense. In: *III Congresso Brasileiro de Sistemas*. Florianópolis. Anais, 3º Congresso Brasileiro de Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina p. 1-13. Available at: <http://issbrasil.usp.br/artigos/maria.pdf>. Accessed on October, 2017.
- Makishima, N. 1993. *O cultivo de hortaliças*. EMBRAPA-SPI, Brasília, DF, Brazil.
- Moraes, J. G. and A. G. C. Alves. 2013. O Conhecimento e as práticas locais dos agricultores periurbanos do entorno da CEASA/PE (Recife, Pernambuco, Brasil). Paper presented at the *JEPEX 2013 – UFRPE*. Recife, Brazil. Available at: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0531-2.pdf>. Accessed on March 2018.
- Moraes, J. G., M. O. Breda, R. R. N. Alves, G. C. Alves. 2017. A percepção de agricultores urbanos sobre pragas e plantas cultivadas em uma área metropolitana do Recife. *Revista Biotemas* 30(1). DOI: 10.5007/2175-7925.2017v30n1p99.

- Morrison, L.W., S. D. Porter, E. Daniels, M. D. Korzukhin. 2004. Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological Invasions* 6:183–191.
- Neves, S. L. S., L. C. Geraseev, H. A. Augusto. 2013. Dos saberes tradicionais à agroecologia: um estudo de caso das práticas agrícolas da comunidade Vazanteira da Ilha do Jenipapo, Itacarambi-MG. *Revista Brasileira de Agroecologia* 8(2): 44-61.
- Parthiban, R., S. Vijayakumar, S. Prabhu, J. G. E. M. Yabesh. 2016. Quantitative traditional knowledge of medicinal plants used to treat livestock diseases from Kudavasal taluk of Thiruvarur district, Tamil Nadu, India. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 26: 109–121.
- Pereira, L.S.; Soldati, G.T.; Duque-Brasil, R.; Coelho, F.M.G.; Schaefer, C.E.G.R. Agrobiodiversidade em quintais como estratégia para soberania alimentar no semiárido norte mineiro. *Ethnoscintia* 2(1). [online]. URL: <http://dx.doi.org/10.22276/ethnoscintia.v2i1.40>.
- Petiza, S., N. Hamada, A. C. Bruno, E. M. Costa-Neto. 2013. Enotaxonomia entomológica Baniwa na cidade de São Gabriel da Cachoeira, estado do Amazonas, Brasil. *Amazônica – Revista de Antropologia* 5(3): 708-732.
- Pinheiro, P. C. and M. Giordan. 2010. O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do status de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências* 15(2):355-383.
- R Development Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2016. [web page]. URL: <https://www.r-project.org/>. Accessed on March 2018.
- Renault, C. K., L. M. Buffa, M. A. Delfino. 2005. An aphid-ant interaction: effects on different trophic levels. *Ecological Research* 20: 71–74.
- Reyes-García, V., M. Guèze, A. C. Luz, J. Paneque-Gálvez, M. J. Macía, M. Orta-Martínez, J. Pino, X. Rubio-Campillo. 2013. Evidence of traditional knowledge loss among a contemporary indigenous Society. *Evolution and Human Behavior* 34(4): 249–257. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2013.03.002.
- Santos, J. R. L., S. E. O. Thomas, A. Dorval, M. C. Pasa. 2015. A Etoentomologia na comunidade Mata Cavalo de Baixo em Nossa Senhora do Livramento, MT, Brasil. *Biodiversidade* 14(2): 84.
- Santos-Fita, D., E. M. Costa-Neto, E. M. 2009. Sistemas de clasificación etnozoológicos. In: *Manual de Etnozoología: una guía teórico-práctica para investigar la interconexión del ser humano con los animales*, edited by E. M. Costa-Neto, D. Santos-Fita, M. Vargas-Clavijo, pp. 67-94. Tundra Ediciones, Valencia.
- Silva, T. F. P. and E. M. Costa-Neto. 2004. Percepção de insetos por moradores da comunidade Olhos D'Água, município de Cabaceiras do Paraguaçu, Bahia, Brasil. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 1(35): 261–268.
- Soares, N. S., L. O. Almeida, C. A. Gonçalves, M. T. Marcolino, A. M. Bonetti. 2006. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology* 35(3): 324-328.

- Takako, H. 2004. Nature of Traditional Ecological Knowledge Loss: A Quantitative Approach. *Policy Science* 11-2. [online]. URL: http://www.ps.ritsumei.ac.jp/assoc/policy_science/112/112_13_haruyama.pdf.
- Talebi, K., A. Kavousi, Q. Sabahi. 2008. Impacts of Pesticides on Arthropod Biological Agents. *Pest Technology* 2(2), 87-97.
- Trani, P. E., S. W. Tivelli, S. F. Blat, A. Praela-Pantano, E. P. Teixeira, H. S. Araújo, J. C. Feltran, F. A. Passos, G. J. B. Figueiredo, M. C. S. S. Novo. 2015. *Couve de folha: do plantio à pós-colheita. Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214*. Instituto Agrônômico, Campinas, Brazil.
- Valadares, L. C. V. and M. C. Pasa. 2010. Pest control methods used by riverine from Rio Vermelho community, south of Mato Grosso State, Brazil. *Revista Biodiversidade* 9(1). [online]. URL: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/97/88>. Accessed on March 2018.
- Valadares, L. C. V. and M. C. Pasa. 2012. Use of plants and animals by the riverine population from Rio Vermelho Community, central western Brazil. *Interações* 13(2): 225-231.
- Veiga-Junior, V. F. 2008. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 18(2): 308-313.
- Wu D., L. Zeng, Y. Lu, Y. Xu. 2014. Effects of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and its Interaction with Aphids on the Seed Productions of Mungbean and Rapeseed Plants. *Journal of Economic Entomology* 107(5):1758-1764.
- Yasmin. S., D. D'Souza. 2010. Effects of Pesticides on the Growth and Reproduction of Earthworm: A Review. [online] *Applied and Environmental Soil Science*. DOI:10.1155/2010/678360.
- Zalazar, L. and A. Salvo. 2007. Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology* 36 (5): 765-773.

Appendix

Appendix 1. Formulary applied in the interviews. Approved by the Lavras Federal University ethical committee (Document number 1.126.821)

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA Nº:

Data:

Comunidade:

INTERVIEW FORM NUMBER:

Date:

Community:

DADOS DO INFORMANTE:

PERSONAL INFORMATIONS OF THE INTERVIEWED

Nome:

Sexo: ()M ()F

Name:

Sex: ()M ()F

Ocupação:

Idade:

Occupation:

Age:

Mora no local? Sempre morou aqui? Há quanto tempo?

Do you live here? Have you always lived here? How long?

Você possui ou já possuiu horta na sua casa? Quais plantas você cultiva ou cultivou em sua horta?

Do you own or have already owned a vegetable-garden in your home? Which plants do you cultivate or already cultivated in your vegetable-garden?

Os produtos da sua horta são para consumo de sua família ou você as vende? (Se vende, onde?)

The products from your vegetable-garden are for te consumption of your family ou do you sell them? (If sells them, where?)

O que você considera uma praga?

What do you consider a pest?

Você tem ou já teve problema com pragas na sua horta? Quais? Qual a que causa ou causou os maiores danos?

Do you have or already had some problem with pests in your vegetable-garden? Which are? Which (pest) causes or caused the greatest damage?

Existe algum “inseto” que você acredita beneficiar o combate das pragas? Qual (is)?

Are there any "insect" that you believe would benefit pest control? Which are?

(Caso seja citado algum “inseto” benéfico no combate às pragas) Como esse “inseto (os)” ajuda no combate das pragas?

(If a "beneficial insect" is mentioned to the pest control) How does this "insect" help to control the pests?

Como você combate ou combateu as pragas? **(Se citado algum “veneno”, perguntar o nome)**

How do you control or already controlled the pests? (If was cited any "poison", to ask what is the name)

(Caso seja citado alguma calda ou preparado como inseticida natural) Como você prepara o seu veneno caseiro?

(If some extract is mentioned acting as a natural insecticide) How do you prepare your home-made poison?

(Caso seja citado algum inseticida sintético na questão anterior) Onde você conseguiu o “veneno”? (Comprou, ganhou etc).

(If any synthetic insecticides were cited in the previous question) How did you get the "poison"? (Bought, received from a friend etc).

(Caso seja citado o uso de algum inseticida anteriormente) Como você faz a aplicação do “veneno” na horta?

(If was cited previously the use of any synthetic insecticide) How do you make the application of the "poison" in the vegetable-garden?

(Caso as formigas já tenham sido citadas anteriormente pule para próxima questão) Você já observou alguma formiga em sua horta?

(If the ants have already been quoted previously, skip to the next question) Have you ever noticed any ants in your vegetable-garden?

Existia apenas um tipo de formiga na sua horta?

Was there only one kind of ants in your vegetable-garden?

O que as formigas estavam “fazendo” na horta? (cortando, nas flores, perto de alguma praga etc)

What were the ants doing in the vegetable-garden? (cutting, in the flowers, near some pest etc)

Cartilha – Hortas Familiares: controle natural de pragas e conservação ecológica

Preparada para a publicação como ebook e para publicação impressa. As versões impressas serão distribuídas para as famílias participantes da pesquisa

Hortas familiares: controle natural de pragas e conservação ecológica

Ernesto de Oliveira Canedo Júnior

Graziele Silva Santiago

Marina Acero Angotti

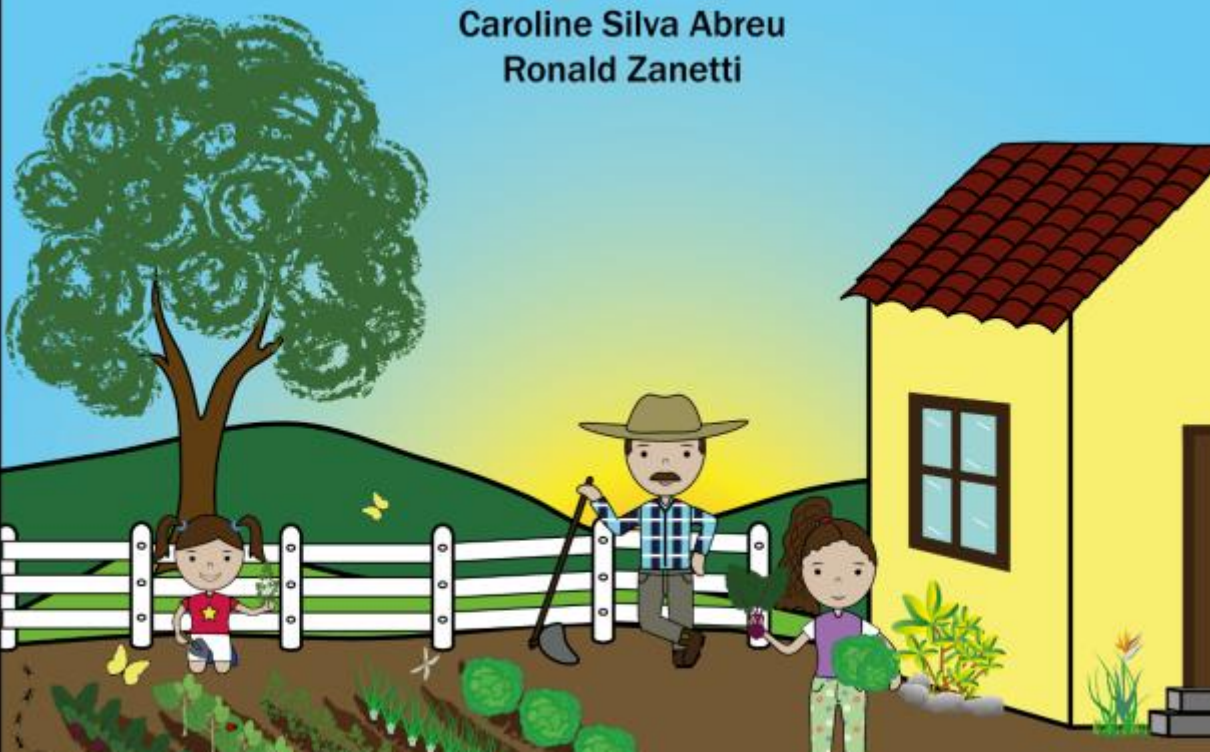
Carla Rodrigues Ribas

André Luis Batista Tavares

Brígida Souza

Caroline Silva Abreu

Ronald Zanetti



Olá,

É com muito prazer que lhes apresentamos esta cartilha. Ela faz parte de um projeto de doutorado intitulado *Formigas pastoras de afídeos em agrossistemas: abordagens, ecológica e etnobiológica*, apoiado pelo auxílio FAPEMIG (CRA PPM-00243/14). Neste projeto desenvolvemos uma pesquisa com famílias de comunidades rurais do município de Santa Rita de Caldas, Minas Gerais. Nosso objetivo com esta pesquisa foi de compreender qual o papel das formigas nas hortas familiares na visão das comunidades visitadas.

As informações que obtivemos nesta pesquisa serviram de base para a criação desta cartilha. Apresentamos nesta cartilha algumas técnicas para o controle natural de pragas e noções da importância ecológica das formigas nas hortas. Esperamos que esta cartilha lhes estimule a criar uma horta em sua casa ou ajude a cuidar da que você já possui.

Os autores

Hortas Familiares

A criação de pequenas hortas próximas as residências é um costume bem antigo, onde as famílias vizinhas trocavam mudas e sementes de plantas comestíveis e assim podiam cultivá-las para o consumo de suas famílias. Nas cidades este costume tem sido gradativamente abandonado, isso tem ocorrido principalmente pela oferta de legumes e hortaliças nos supermercados. Na zona rural geralmente são encontradas mais famílias que possuem hortas, isso ocorre pois na zona rural existe maior disponibilidade de espaço para se plantar. Além disso, existe maior dificuldade para se comprar hortaliças e verduras nos supermercados que geralmente ficam distantes. Entretanto, nos últimos anos com a maior aquisição de veículos e a melhoria das estradas as famílias da zona rural visitam mais frequentemente os centros urbanos. Com isso as famílias passaram a comprar os vegetais nos supermercados e conseqüentemente abandonando a prática de se construir hortas.

Mas porque é importante ter uma horta em casa?

Cultivar uma horta traz diversos benefícios para famílias que vivem em áreas urbanas ou rurais.

Educação e Cultura - Cuidar de uma horta favorece o contato direto com a terra, que incentiva a interação de toda família com o ambiente ao qual está inserida além de estimular a discussão de questões ambientais no cotidiano familiar.

Aumenta também o interesse, principalmente das crianças, pelo consumo de alimentos naturais, já



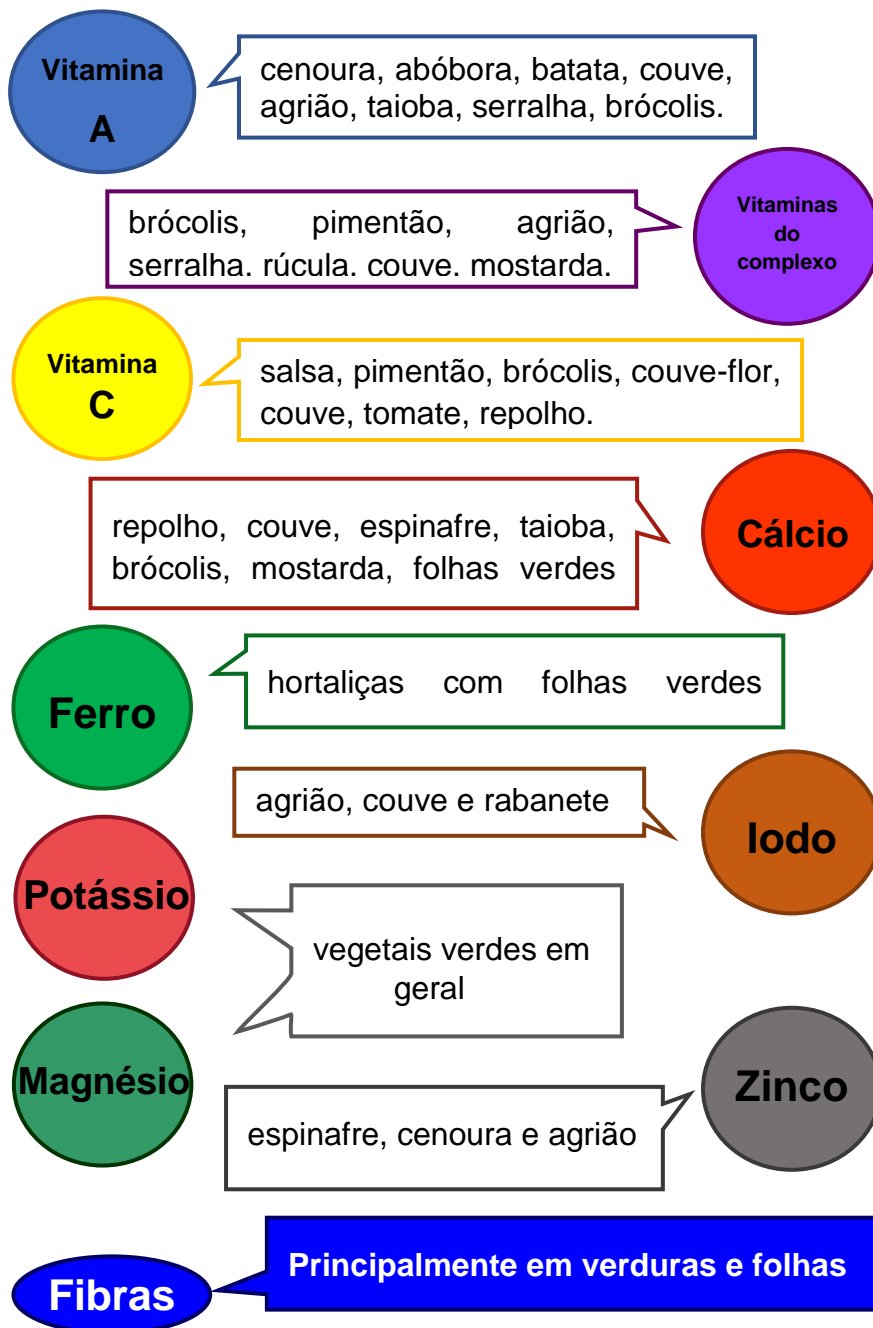
que elas podem participar de todas os passos da produção. Tais discussões podem incluir a importância da manutenção de um meio ambiente saudável e equilibrado para a obtenção de uma maior produção de alimentos nas hortas.

Saúde - A segurança alimentar da família é garantida porque a horta pode oferecer um cardápio variado durante todo o ano, graças ao cultivo contínuo de diferentes vegetais. Como a quantidade de vegetais produzidos é pequena, geralmente não se utiliza fertilizantes e agrotóxicos, sendo adotadas técnicas de manejo orgânico reduzindo os casos de intoxicação alimentar, além da contaminação do solo e da água.

Calendário para o plantio em hortas

Meses	Hortalças
Janeiro	alface, agrião, couve, rabanete, almeirão, beterraba, rúcula, chicória, espinafre, salsa e coentro.
Fevereiro	agrião, alface, chicória, espinafres, salsa, rabanetes e repolho
Março	cenoura, almeirão, salsa, alho, alface, chicória, espinafre, salsão, couve-flor, brócolis e repolho
Abril	agrião, almeirão, beterraba, salsa, alho, rúcula, chicória, salsão, couve-flor, brócolis, repolho e espinafre.
Mai	rabanete, cenoura, almeirão, nabo, beterraba, rúcula, salsa, chicória, salsão, espinafre, couve-flor, brócolis, e repolho de inverno.
Junho	almeirão, cenoura, nabo, beterraba, rúcula, alho, chicória, agrião, couve-flor, brócolis e repolho de inverno.
Julho	almeirão, rúcula, alho, alface, rabanete, chicória e beterraba.
Agosto	jiló, berinjela, pimenta, pimentão e tomate.
Setembro	alface, rabanete, cenoura, couve-flor, brócolis, jiló, berinjela, pimenta, pimentão, tomate, abobrinha, feijão de vagem, pepino, maxixe, salsa e coentro.
Outubro	cenoura, couve-flor, brócolis, repolho, pimentão, jiló, abobrinha, feijão-de-vagem, pepino, salsa, coentro.
Novembro	alface, rabanete, cenoura, brócolis, repolho, couve-flor e coentro.
Dezembro	abobrinha, feijão de vagem, pepino, cenoura e repolho.

Vitaminas e Sais minerais encontrados nas hortaliças



Economia - E por último, e não menos importante, as hortas geram benefícios econômicos para as famílias, tanto pela diminuição da compra de vegetais, como pelo baixo custo na produção de alimentos em suas próprias residências, além de poder gerar lucro com a venda do que não foi consumido.



Quais os desafios encontrados para criar e manter uma horta?

Geralmente as hortas familiares tem boa produtividade de diversos alimentos e medicamentos de origem vegetal, principalmente se estes forem adaptados ao clima da região.

Além disso, o uso de adubos orgânicos (principalmente esterco de vaca) e irrigação garantem o bom desenvolvimento do cultivo. Entretanto, em

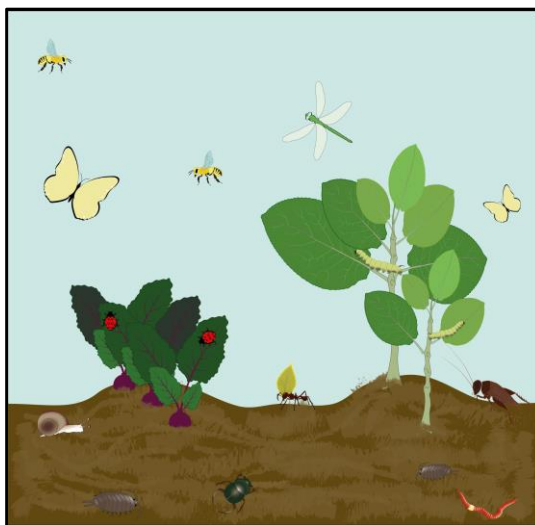


meio a algumas medidas necessárias para uma boa colheita existe a necessidade do controle de pragas. Algumas dessas pragas podem devastar a horta e/ou impossibilitar o consumo do que é produzido.

Segundo nossa pesquisa as pragas mais comuns nas hortas são as **formigas, pulgões, lesmas, grilos e gafanhotos.**

Mas porque existem tantos “bichos” na horta? Todos eles são prejudiciais?

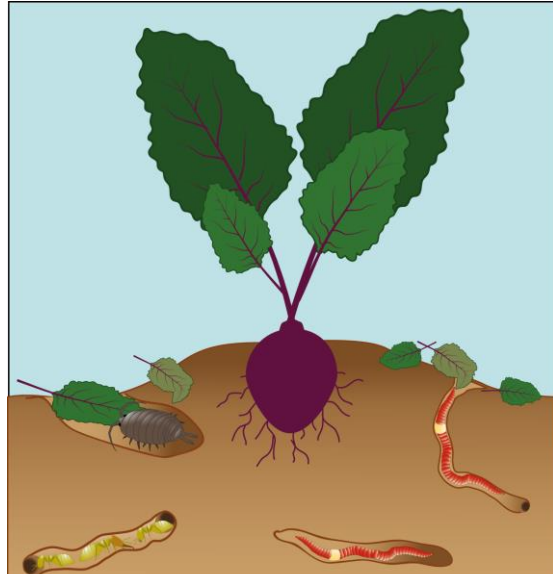
Um dos principais motivos para haver grande número de diferentes organismos (bichos) nas hortas é porque não se usam muitos agrotóxicos nesses ambientes. Além disso, os vegetais cultivados também servem de alimento para esses organismos, principalmente os que são pragas. Entretanto, a maioria dos organismos é essencial para a manutenção e



produção dos alimentos. Alguns insetos voadores, por exemplo, são importantes para polinizar as flores que por sua vez geram os frutos, como tomates, abóboras, pimentas,

pimentão etc. Aranhas, vespas, joaninhas e louva-deus, por exemplo, são importantes porque caçam e controlam outros animais, principalmente as pragas.

Já os tatuzinhos-de-jardim, minhocas e cupins, por exemplo, ajudam a “adubar” a terra quando eles levam restos de vegetais para suas moradias e,



além disso, ao cavarem túneis e câmaras deixam o solo mais fofo e facilitam a absorção de água.

Como reconhecer uma praga em minha horta? E como combatê-la?

Antes de mais nada, é importante salientar que só a presença de determinado “bicho” na horta não significa que ele seja uma praga. Na verdade, o consideramos como potencialmente praga. Um organismo só é considerado praga quando realmente afeta financeiramente a produção, o que chamamos de nível de dano.

Com base em nossa pesquisa de campo que realizamos com moradores pertencentes à zona rural do Município de Santa Rita de Caldas – MG listaremos as principais pragas que ocorrem em hortas das comunidades rurais visitadas, como reconhecê-las e algumas formas de combatê-las.



É muito importante esclarecer que esta cartilha tem o objetivo de levar mais informações para o cultivo de hortas familiares, mas que ela não substitui a avaliação e o parecer de um profissional da área.

Pulgões

Os pulgões são insetos popularmente conhecidos por “piolhos das plantas” e vivem em colônias (grupos) que podem atingir centenas de indivíduos.

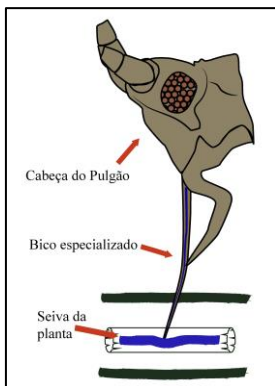
São bichinhos relativamente pequenos, com tamanho entre um e dois milímetros, e podem ter cores diferentes. Os mais comuns são verdes, marrons, amarelos, avermelhados, cinzas ou pretos.



Esses insetos possuem seis pernas e podem ou não apresentar asas. Os indivíduos com asas voam para

outras plantas procurando por alimento.

Os pulgões têm um bico longo, com formato de agulha, capazes de perfurar a parte da planta onde se encontram, que pode ser as brotações, folhas, botões florais ou flores já abertas, ou frutos.



Com seus bicos especializados sugam a seiva da planta, ou seja, começam a beber a água que existe dentro da planta e que é rica em nutrientes importantes para seu crescimento. Por isso, as plantas atacadas por pulgões se tornam amareladas, passam a apresentar folhas enroladas e enrugadas, passam a produzir menor quantidade de flores e de frutos. Além disso, eles ainda podem transmitir doenças para as plantas.

Os pulgões vivem em colônias que crescem rapidamente e, em poucos dias, o número de indivíduos pode se multiplicar, o que dificulta seu controle.

A chuva é uma grande aliada no controle dos pulgões, porque atua diretamente matando muitos indivíduos. É como se a chuva lavasse os pulgões da planta.

Outros aliados no combate aos pulgões são outros organismos que se alimentam dos pulgões e assim controlam o seu número. Estes organismos são chamados de inimigos naturais, e podem ser joaninhas, larvas de moscas, aranhas, vespas e até formigas.



Para se protegerem de seus inimigos naturais, do calor excessivo e dos pingos da chuva, esses insetos geralmente são encontrados nos locais



mais protegidos na planta, como na parte inferior das folhas ou entre as folhinhas novas das brotações

Mas existe uma pista interessante: junto às colônias de pulgões geralmente têm formigas que são atraídas por

substâncias açucaradas que são liberadas por eles. Assim, a presença dessas formigas



“doceiras” pode

ser um indicativo da ocorrência de pulgões nas plantas.

Outra pista indicativa da presença de pulgões é a formação de uma espécie de “capa preta”, que pode ser observada sobre a superfície das folhas das plantas atacadas por pulgões. Essa “capa preta” nada mais é do que fungos que se desenvolvem sobre a tal substância açucarada que é excretada pelos pulgões. A presença deste fungo prejudica o desenvolvimento da planta e sua produtividade.



Os “piolhos das plantas” podem atacar diversas culturas. Nas hortas, podem ser encontrados em couve, brócolis, abóboras, cenoura, quiabo, beterraba, jiló, agrião, pimentas, entre outras. Nos pomares, geralmente atacam as plantas cítricas, como laranjeiras e mexeriqueiras, além de outras.



Cebolinha



Couve



Citros

O controle dos “piolhos das plantas” pode ser feito por meio de um jato de água aplicado nas colônias, utilizando-se a própria mangueira de borracha usada na irrigação do cultivo. O jato de água deve, se possível, possuir uma certa pressão, o que facilitará a remoção dos insetos das partes

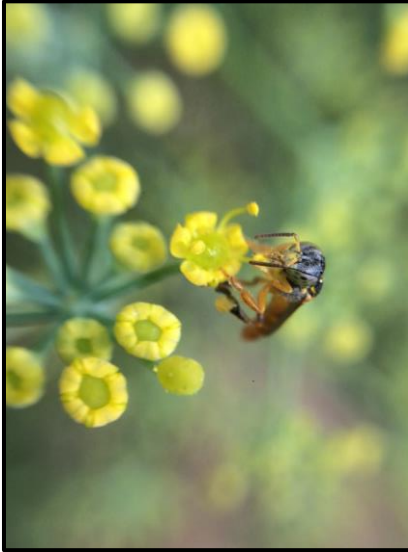


atacadas, mas, deve-se ter cuidado para que a força da água não seja muito forte, o que poderia danificar a planta.

Como já foi mencionado, os organismos que se alimentam dos pulgões, chamados de inimigos naturais também ajudam a combater essa praga. Entretanto, para que os inimigos naturais estejam presentes no ambiente de cultivo, deve-se fornecer condições para que eles sejam atraídos e se mantenham na área.

Alguns tipos de plantas podem ser usados junto aos cultivos sem prejudicar a produção. Essas plantas são conhecidas como “plantas companheiras” e temos, como exemplo, o manjeriço, o coentro, a erva-doce, o picão, além de muitas outras.





Quando floridas, essas plantas atraem insetos benéficos que se alimentam do pólen, do néctar e, também, dos pulgões presentes nas plantas cultivadas que estão ao redor.

Eles também colocam seus ovos nas plantas infestadas e, após o nascimento, as larvinhas já iniciam a busca por suas presas (os pulgões).



Outra forma de se controlar os pulgões é por meio da aplicação de produtos naturais como a calda de fumo ou óleo mineral. Também podem ser usados inseticidas



comerciais, mas apenas quando as plantas estiverem na fase de crescimento.

Calda de Fumo

- 250 g de fumo de corda
- 100 ml de álcool comum
- 1 litro de água fervente

Modo de preparo – Pique o fumo e coloque-o em uma vasilha com tampa, após acrescente a água fervendo sobre o fumo, tampe a vasilha e deixe descansar por 24 horas. Após coe a mistura e conserve em um frasco escuro.

Modo de usar – Dilua 100 ml (um pouco menos de meia xícara) da solução em 1 litro de água. E borrife-a sobre a planta infestada.

Lesmas e caramujos

Lesmas e caramujos (caracóis) são animais de corpo mole. Podem viver em água doce ou salgada, são parentes dos mexilhões e ostras. Para crescerem e se reproduzirem eles precisam estar em locais úmidos, com temperaturas amenas ou frias e ter bastante matéria orgânica no solo. Após a reprodução eles podem colocar cerca de 150 a 300 ovos.



Normalmente aqueles encontrados em hortas tem cerca de 15 mm de tamanho e na cabeça tem dois pares de tentáculos retráteis, com os olhos nas extremidades dos tentáculos maiores.

Qual a diferença entre eles?

As lesmas não apresentam conchas, já os caramujos apresentam conchas que podem servir de abrigo ou proteção contra outros animais.



Onde podemos encontrar as lesmas e os caramujos???

Normalmente podem ser encontrados em culturas como



alface, brócolis, couve, couve-flor, repolho. Esses são animais considerados pragas em alguns cultivos, pois se alimentam das folhas, hortaliças,

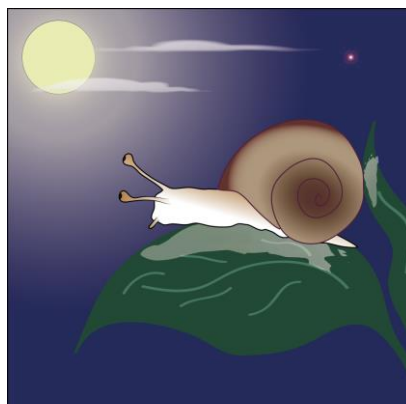
prejudicando sua colheita e consumo.

Uma importante característica destes animais é que eles deixam um rastro de muco branco por onde andam e isso pode indicar sua presença nas hortas e também prejudicar a venda dos produtos.



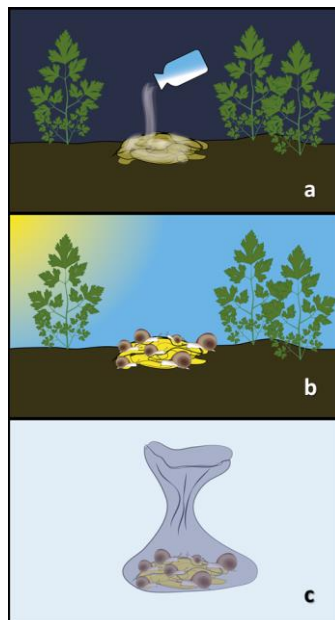
A maior presença desses animais e danos no cultivo ocorrem nas épocas mais úmidas do ano ou quando há muita palhada ou excesso de água ou irrigação na área.

Muitas vezes é difícil realizar o controle porque eles saem para se alimentar principalmente durante o período da noite, dificultando a observação e a coleta. Embora sejam animais noturnos, eles podem se alimentar também durante o dia quando o tempo está nublado.

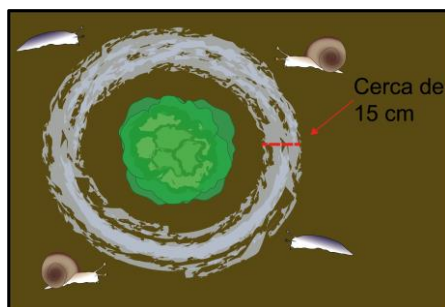


Métodos de controle:

1) Fazer uma mistura de 1 litro de leite e 4 litros de água: **a)** Molhar panos com essa mistura e estender no solo próximo ao cultivo das hortaliças. **b)** na manhã seguinte ir até o local e recolher as lesmas e os caramujos, **c)** coloque-os em sacos plásticos fechados para serem descartados. O pano pode permanecer por 2 dias e se necessário umedecer novamente.



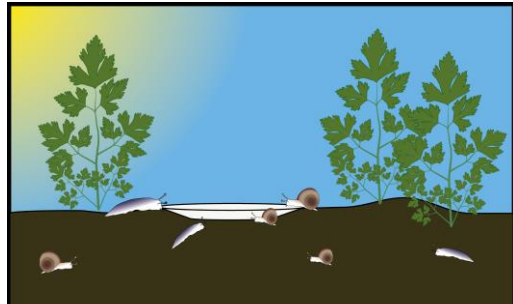
Método 2 - Pode ser espalhado cinza ou pó de cal ao redor do canteiro, cerca de 15 cm de largura. O pó irá aderir no corpo das lesmas ou



caramujos auxiliando no seu controle. Esse pó precisa ser aplicado novamente após chuvas ou irrigação, pois só aderem ao corpo desses animais se estiverem secos.

Método 3 - Fazer armadilhas com latas com um pouco de azeite, sal e cerveja. Espalhar essas armadilhas pela horta. As lesmas e caramujos serão atraídos para dentro da lata. Vistoriar as latas e eliminar as lesmas ou caramujos presentes.

Pode colocar essa mistura em pratos baixos ou em papel alumínio levemente afundado no solo.



Método 4 - O controle pode ser feito com iscas como pedaços de abóbora ou chuchu espalhados pela cultura com o objetivo de atrair as lesmas e os caracóis. Neste caso, as iscas devem ser vistoriadas de tempos em tempos e os animais devem ser recolhidos para serem eliminados.

Método 5 - O controle químico deve ser feito com iscas que sejam registradas para o controle de moluscos, sempre levando em conta a dosagem correta para não prejudicar o cultivo e a saúde humana. No entanto, aconselhamos os métodos alternativos que podem ser eficientes, mais baratos e menos nocivos.



Atenção! Se na área houver caramujos gigantes africanos, é importante a utilização de luvas ou proteção para as mãos, pois estes animais liberam muco que pode conter algumas doenças. Para o controle eles devem ser mergulhados em água contendo água e sal ou água e sabão. As verduras devem ser lavadas com algumas gotas de água sanitária antes da alimentação.



Lagartas

Lagartas são **insetos** muito comuns em hortas e outros tipos de cultivo doméstico (coqueiros, laranjeiras, limoeiros, etc.) Elas são a fase jovem de borboletas e mariposas. Aqui é muito importante saber que boa parte dos insetos apresentam fases jovens com aparência muito diferente dos adultos.



Por exemplo, as moscas colocam seus ovos e

larvas no lixo destampado

certo? As

borboletas,

assim como as moscas,

também



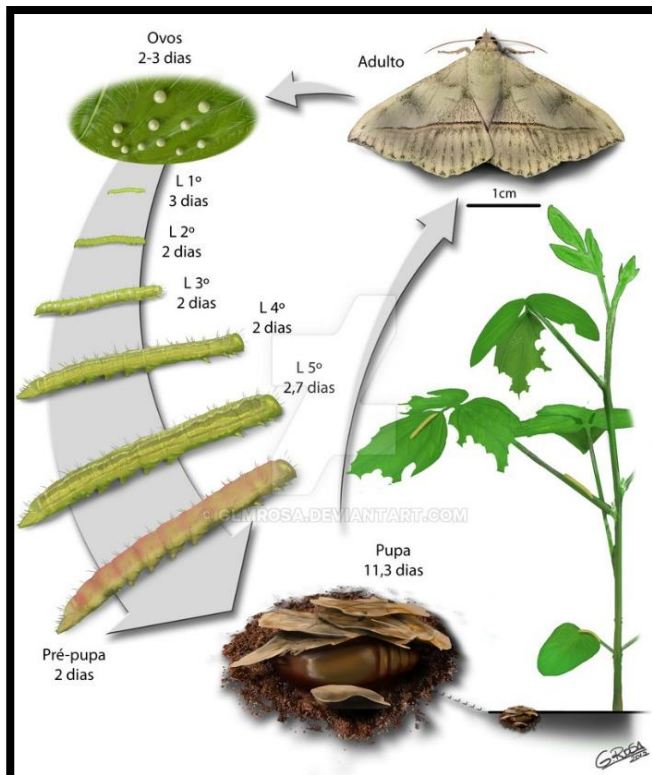
colocam seus ovos que darão origem a larvas (lagartas). A diferença é que no caso das borboletas, as larvas irão se desenvolver nas plantas. Portanto, as lagartas que conhecemos são as “larvas” das borboletas e mariposas que ainda não terminaram seu crescimento.

No geral, a horta é muito atrativa para as lagartas. Se pensarmos bem, se o alimento da horta é bom para nós, por quê também não seria bom para os outros animais? Por isso, existem tantos insetos alimentando-se na sua horta.



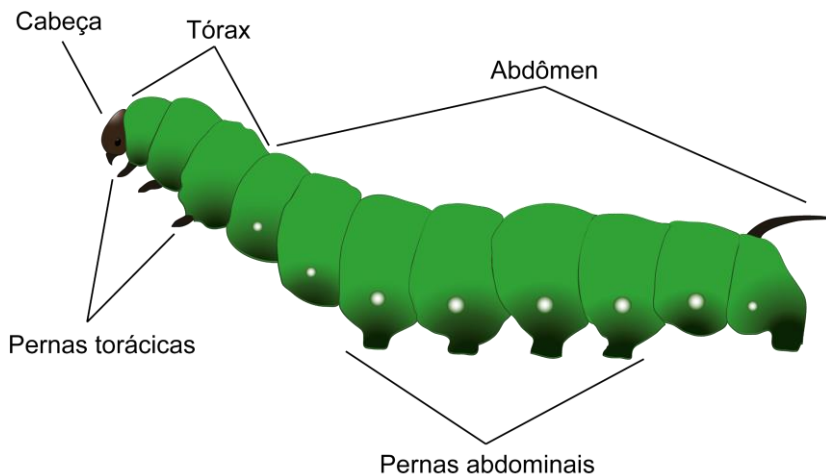
É bom lembrar também que a maioria das lagartas se alimenta de folhas, por isso, é muito comum encontrá-las nos alimentos mais folhosos (couve, alface, mostarda, etc.) que são bem comuns na maioria das hortas.

As lagartas são a fase juvenil das borboletas e mariposas, como já citamos anteriormente. Como elas tem uma vida mais curta, elas se alimentam muito rapidamente das folhas para poderem chegar a fase adulta. Por isso, elas fazem um estrago tão rápido nas plantas onde se encontram.



Existem vários tipos de lagartas que atacam hortaliças. Aqui detalhamos as que são mais comumente encontradas nas hortas de casa. Para distinguir entre elas é necessário saber o número de **pernas abdominais** de cada uma.

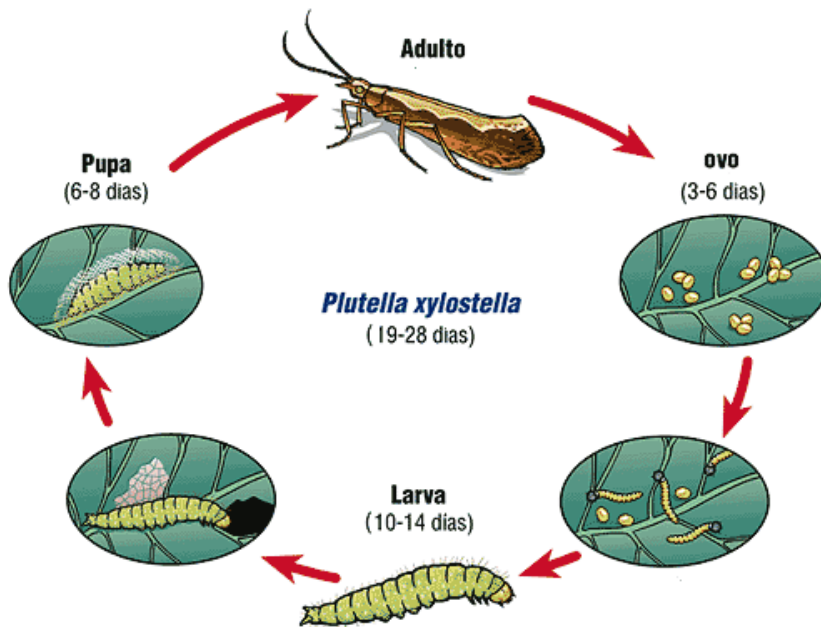
Pernas abdominais são as “perninhas” que ficam na parte final do corpo das lagartas e auxiliam estas a se agarrarem nas folhas e galhos enquanto se alimentam



Traça das crucíferas - *Plutella xylostella* (L. 1758)

São lagartas pequenas que quando são bem jovens fazem galerias dentro das folhas. Depois de certo tempo, já maiores, as lagartas passam a se alimentar de toda a folha, causando a desfolha da planta. Quando adulta essa lagarta se torna uma mariposa muito pequena e de cor parda. As lagartas são de até 1 cm, com 4 pares de pernas abdominais, cabeça marrom, sem listras.





Tem um ciclo de vida relativamente curto, por volta 15-35 dias e coloca em torno de 150 ovos durante esse tempo. Alimentam-se principalmente de couve, couve-flor, brócolis e repolho.

Coruquerê da couve - *Ascia monuste orseis* (, 1818)

São lagartas maiores, de até 3,5 cm, com cabeça marrom, com listras e 4 pares de pernas abdominais. Essas borboletas colocam seus ovos na parte inferior das folhas em pequenos agrupamentos compostos de ovos amarelados.



Quando adulta, essa lagarta se torna uma borboleta de cor que varia do branco ao amarelado.



Seu ciclo de vida, de ovo até adulto, dura cerca de 22 dias. Também se alimentam de couve, couve-flor, brócolis e repolho.

Falsa medideira *Trichoplusia ni* (Hübner)

A falsa medideira também é uma lagarta grande e verde, com cerca de 3 cm. Essa lagarta é conhecida por seu modo de andar, pois



parece que está “medindo palmos”. Diferentes das outras, essa apresenta 2 pares de pernas abdominais.

Quando adulta essa mariposa apresenta uma cor acinzentada. Para identificar os ovos dessa lagarta,



basta ver se os ovos estão

distribuídos

individualmente

sobre as folhas. O

ciclo de ovo até

adulto é de 18-25

dias. Essas lagartas

atacam couve-flor, couve, brócolis, repolho, mostarda, rabanete, beterraba, nabo e agrião.

Controle manual

As lagartas, por serem insetos grandes, e portanto, visíveis, são fáceis de serem controladas sem uso de inseticidas. Normalmente, o controle manual é feito com a retirada das folhas que apresentam as lagartas e os ovos. Isso já é suficiente pra evitar que estas destruam o cultivo.

Importante: Atenção com a horta. Sempre quando for buscar algum alimento ou mesmo irrigar a horta, é bom dar uma boa olhada nas plantas. Observe se existe a presença dos ovos nas folhas, principalmente na parte inferior, pois é o local de preferência de borboletas e mariposas para colocar seus ovos. Com isso, o simples cuidado com a horta pode ser um bom método para se ver livre das indesejadas lagartas



Controle com plantas repelentes

O cultivo de plantas repelentes também pode ser de grande ajuda. Plantas como coentro, cravo-de-defunto, hortelã, calêndula, mastruz, artemísia e arruda produzem substâncias que se espalham no ar e afastam os insetos da horta. Um bom método é plantar fileiras dessas plantas repelentes entre cada canteiro, ou mesmo, em volta da horta.

Calêndula



Arruda



Cravo de defunto



Coentro



Artemísia



Mastruz



Hortelã



Controle com calda de farinha de trigo

Outras medidas são a aplicação de caldas a base de farinha de trigo e água nas plantas atacadas por lagartas. Esses métodos têm grande vantagem, pois matam boa parte das lagartas sem prejudicar o homem ou o meio ambiente. Esse método mata os insetos por asfixia. Com o passar do tempo a calda seca ao sol, formando uma camada branca de pó que cobrirá os insetos.

Como preparar?

- 1- Colocar 20 g de farinha de trigo, aos poucos e lentamente em recipiente com 1 litro de água**
- 2- Agitar bastante até a completa mistura da farinha;**
- 3- Coar a calda para o uso.**

Aplicar direto sobre as plantas com auxílio de um borrifador.

Grilos e Gafanhotos

São insetos que apresentam tamanho variado (de 5 mm a 12 cm de comprimento).



Possuem asas e pernas compridas para se locomoverem conseguindo voar e saltar. Apresentam uma boca bem rígida, que os ajudam a comer tanto folhas mais velha, quanto folhas jovens (brotos) e galhos verdes.

Grilos e Gafanhotos apesar de parecidos são diferentes você sabia?



Os grilos são insetos de corpo arredondado, possuem antenas longas e finas, os olhos são grandes e desenvolvidos, se alimentam de plantas e outros insetos.

Já os gafanhotos são insetos com corpo mais alongado, antenas curtas, possuem tamanho e coloração variada, se alimentam de vários tipos de plantas.



Desde antes de Cristo, esses insetos são vistos como pragas por ocorrerem em grande número e causarem danos econômicos na agricultura.



Por muito tempo estes insetos, eram capturados, enterrados e/ou queimados. Anos mais tarde começou a utilização dos métodos

químicos (agrotóxicos) por serem mais eficientes, no combate a esses insetos, e garantir aumento da produção agrícola.



O controle químico, conhecido popularmente por “veneno”, pode causar danos através da contaminação de solos, rios e à saúde humana, tanto no momento da aplicação quanto depois, por ficarem resíduos químicos nas plantas.

Formas alternativas de combate

- Óleo de cozinha, detergente e água borrifados sobre a planta
- Alho, óleo mineral, detergente e água pulverizados sobre a planta
- Pimentas frescas, detergente e água funcionam bem como repelentes

Formigas: Um caso especial

Em nossa pesquisa as formigas foram citadas como pragas nas hortas em 82,6% das entrevistas sendo a praga mais mencionada. É importante ressaltar que apenas poucas espécies de formigas são



pragas, as outras espécies geralmente não causam qualquer problema ou trazem benefícios diretos ou indiretos para a horta.

Em geral as formigas que são pragas em hortas são as chamadas formigas cortadeiras. Abaixo apresentamos algumas características dessas formigas que lhe permitirão identificar tais espécies e também demonstraremos algumas técnicas para o combate dessas pragas.

Formigas cortadeiras

Quem são?

Também conhecidas como saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.), podem ser reconhecidas no campo pelo seu hábito de cortar e transportar folhas das plantas para o interior do seu ninho, chamado de formigueiro.

O formigueiro

Os ninhos são caracterizados pela presença do monte de terra solta localizado na superfície do solo. Este monte é formado pelo acúmulo de terra que as formigas retiram da escavação das câmaras (ou panelas). Sobre o monte de terra solta e fora dele são encontrados orifícios (buracos), onde podem ser observadas formigas transportando folhas ou terra. Estes orifícios são denominados olheiros.

Os ninhos das quenquéns e saúvas são bem diferentes:



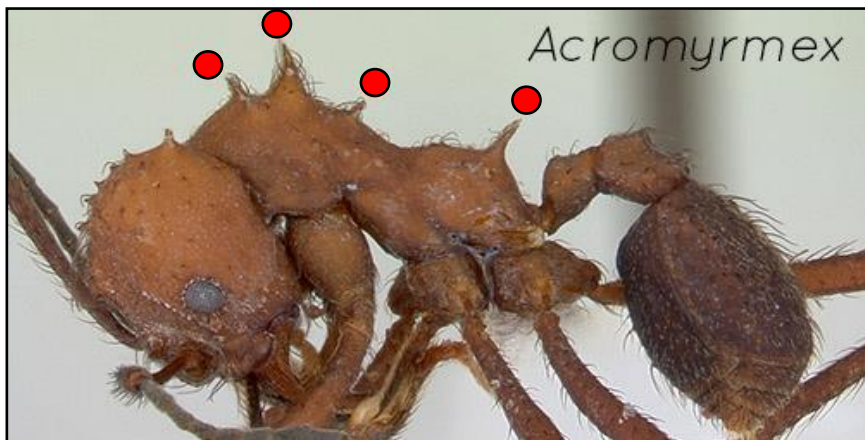
1) Ninho de saúva cabeça-de-vidro (*Atta laevigata*).

2) Ninho de quenquém boca-de-cisco (*Acromyrmex balzani*).

Como diferenciar quenquém e saúva?

Característica	Quenquém	Saúva
Tamanho de ninho	Pequenos e rasos	Grandes (até mais de 200 m ²) e profundos
Monte de terra solta	Às vezes nem se percebe a terra; Podem estar cobertos por palha	Presente
Panela (câmaras)	Poucas panelas	Grande número de panelas
Espinhas nas "costas" (tórax)	4 a 5 pares	3 pares
Espécies no Brasil	20 espécies	10 espécies

Nem todas as espécies têm importância como praga, pois ocorrem em áreas pouco exploradas pela agricultura ou causam pequeno impacto nos diferentes vegetais cultivados.



Quenqué com 4 pares de espinhos

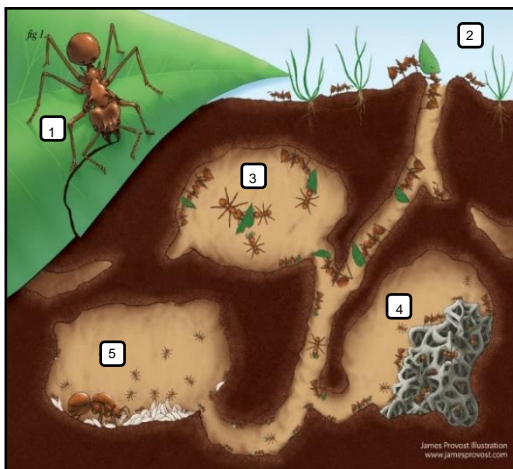


Saúva com 3 pares de espinhos

De que as formigas cortadeiras se alimentam?

As formigas cortadeiras são chamadas assim pelo fato de cortarem folhas. As folhas são carregadas para dentro do formigueiro, cortadas em pedaços menores e depositados nas câmaras subterrâneas.

As folhas servem de alimento para um fungo de cor branca chamado *Leucoagaricus gongylophorus*, que as formigas cultivam a partir das folhas. Este fungo é o principal alimento das formigas.



- 1) Corte de folha;
- 2) Olheiro. Transporte das folhas para as panelas;
- 3) Corte das folhas em fragmentos menores;
- 4) Cultivo do fungo;
- 5) Alimentação da rainha e cuidado com os “filhotes”.

As formigas cortadeiras preferem cortar as folhas durante a noite, quando está mais fresco. Mas em

algumas épocas do ano podemos ver as formigas cortando durante o dia, como no inverno, quando as temperaturas estão baixas ou em dias nublados.

Inimigos naturais

O ambiente em equilíbrio favorece os inimigos naturais das formigas cortadeiras como aves, aranhas, mamíferos e outros animais, que se alimentam de formigas.

Os pássaros estão entre os predadores mais eficazes contra tanajuras durante a revoada, assim como alguns besouros verdes chamados *Canthon* sp., evitando a formação de novos formigueiros.



1 - Tanajura atacada por pássaros durante revoada



2 - Besouro *Canthon* sp. atacando tanajura durante a revoada.

Adubação orgânica

A adubação orgânica do solo com cobertura morta prejudica o estabelecimento de novos formigueiros, pois o solo rico em matéria orgânica contribui com o desenvolvimento de microrganismos, que podem afetar o desenvolvimento dos formigueiros.



Plantas repelentes



controlar as formigas.

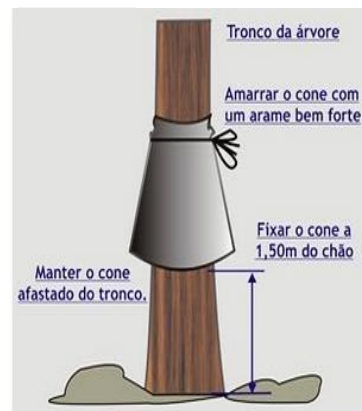
O plantio de algumas plantas próximo ou ao redor do cultivo pode ser realizado para diminuir a área de atividade das formigas. O plantio de gergelim, hortelã, batata-doce, salsa, cenoura, mamona pode repelir ou

Quais os métodos de controle de formigas cortadeiras?

Uso de barreiras físicas

O uso de barreiras físicas para evitar o acesso das formigas a parte aérea da planta reduz os danos as plantas.

Pode ser utilizado um cone invertido de material resistente como borracha, plástico ou lata preso ao tronco da planta ou tiras plásticas de 10 a 15 cm de largura amarradas ao tronco.



Passa-se graxa ou vaselina sólida na parte interna do cone ou na tira plástica impedindo assim a subida das formigas na planta, tomando-se o cuidado em evitar o contato direto com o tronco. É necessário fazer inspeções constantes e reparos na barreira física para prolongar a proteção às plantas.

Escavação de ninhos jovens

A escavação de formigueiros jovens é realizada com um enxadão e o esmagamento da rainha. Neste caso, as escavações só são recomendadas entre o terceiro e quarto mês após a revoada da tanajura (rainha da saúva), quando as rainhas estão cerca de 20 cm de profundidade. Nesta idade o formigueiro apresenta só um olheiro em forma de vulcão ou chaminé.



Formigueiro com 3 meses: Olheiro no formato de chaminé e ninho escavado mostrando a presença da rainha.

A escavação também pode funcionar para ninhos superficiais de quenquéns. Ninhos antigos são muito profundos, tornando inviável sua escavação e remoção. Outra estratégia é a aração durante o preparo do solo para o plantio, pois a passagem do arado destrói os formigueiros superficiais.



Ninho de quenquém
(*Acromyrmex balzani*)
escavado e moldado
com cimento.

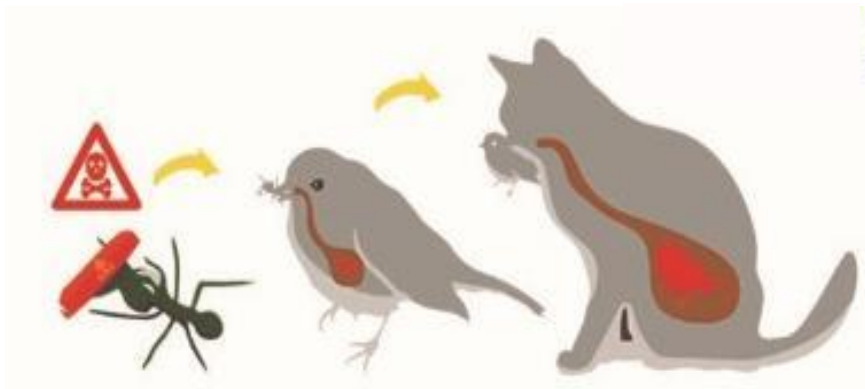
Isca formicida natural

Atualmente existe no mercado uma isca formicida registrada para agricultura orgânica à base de Tefrósia (*Tephrosia candida*). Entretanto o número de aplicações pode variar de 3 a 5 e o controle total do formigueiro pode demorar até 60 dias.



E se mesmo após todas as tentativas o formigueiro não for controlado?

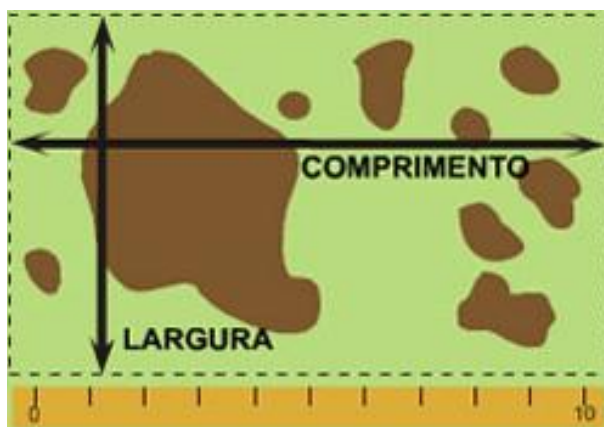
As iscas formicidas sintéticas à base de sulfluramida ou fipronil são muito eficientes no controle de formigas cortadeiras. Mas é importante lembrar que a isca formicida é um agrotóxico e deve-se manuseá-la de forma correta com equipamentos de proteção individual de proteção (EPI). Esse tipo de isca pode ser tóxico as pessoas, animais e ao meio ambiente.



Isca formicida tóxica: risco de contaminação do ambiente e animais.

Controle com isca formicida tóxica

As iscas formicidas a base de plantas ou de produtos químicos são aplicadas geralmente na dose de 10 gramas de isca para cada metro quadrado de terra solta de formigueiro (que se obtém medindo-se o maior comprimento e maior largura de terra solta). Exemplo, se um formigueiro tem 2 metros de largura por 3 de comprimento ($2 \times 3 = 6$), ele deve receber 60 gramas de isca ($6 \text{ m}^2 \times 10 \text{ gramas}$).

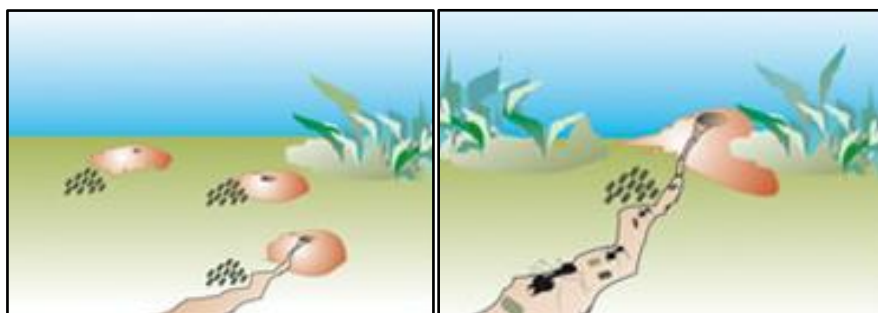


Medição do formigueiro para cálculo de dosagem.

A dosagem varia com o produto e a espécie alvo, portanto as instruções do rótulo devem ser seguidas. É importante destacar que não se deve colocar as iscas diretamente dentro do ninho, e sim ao lado das trilhas e de olheiros ativos.

Cuidados importantes na aplicação da isca

As iscas não devem ser aplicadas em dias chuvosos, pois elas absorvem muita umidade e se esfurelam, dificultando o carregamento para o formigueiro. Como as formigas cortam as plantas nas horas mais frescas do dia, principalmente durante a noite, é ideal que a isca seja aplicada no fim da tarde, quando se inicia a atividade das formigas, para garantir um maior carregamento pelas formigas.



Local correto de aplicação da isca formicida: Ao lado de olheiros ativos e trilhas.

Assim, a eficiência do controle por meio de iscas formicidas depende do manuseio correto e do princípio ativo utilizado, por isso é importante seguir corretamente as instruções de um Engenheiro Agrônomo ou Engenheiro Florestal.

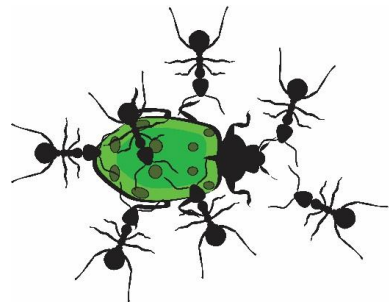
Formigas como nossas aliadas

Como dissemos anteriormente, somente poucas espécies de formigas causam danos nas hortas. Na verdade, a grande maioria das espécies que ocorrem nas hortas ajudam direta ou indiretamente a produção dos vegetais.



Controlando insetos praga:

Existem espécies de formigas carnívoras que caçam e se alimentam de outros insetos especialmente as pragas que se encontram em grande número, diminuindo os danos causados por elas nas plantas.



Melhoram a estrutura do solo: Algumas formigas vivem debaixo da terra e cavam túneis para se locomover.

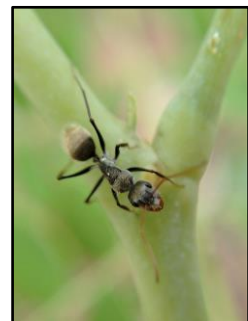


Além disso, muitas espécies de formigas que vivem sobre o solo fazem seus ninhos abaixo da terra. Desta

forma seus túneis e ninhos facilitam a penetração de ar e de água que são fundamentais para o crescimento das plantas.

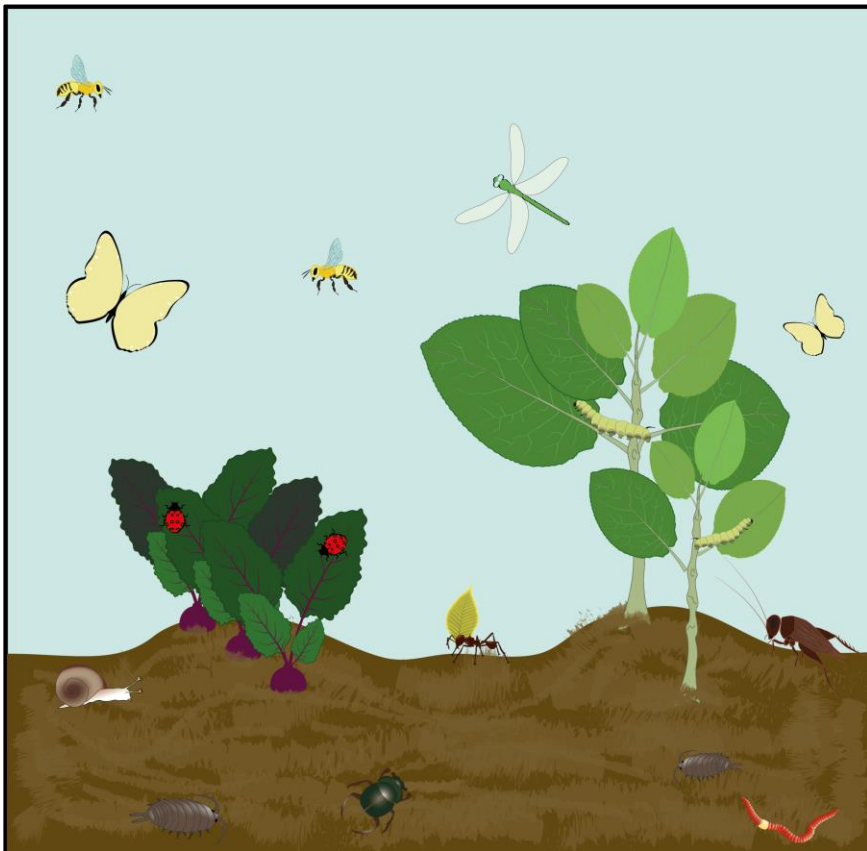
Adubando o solo: Os alimentos coletados pelas formigas são levados para os formigueiros para alimentar seus filhotes e os restos de alimentos acabam virando nutrientes que adubam o solo, melhorando sua qualidade.

Defendendo plantas: Algumas plantas possuem estruturas para atrair formigas. Essas estruturas podem estar presentes nas folhas ou nas hastes das plantas. Nestas estruturas as formigas



encontram alimento e em troca protegem essas plantas contra outros insetos que tentam comê-las.

Neste contexto, conhecer realmente quais espécies de formigas são pragas em hortas, juntamente com o uso de técnicas naturais de controle, favorece não só a produção hortícola como também a preservação e equilíbrio ambiental.



CONCLUSÕES GERAIS

Na abordagem ecológica de nosso trabalho pudemos observar que na presença de todo o restante da comunidade de artrópodes, a interação formiga-afídeo afeta negativamente a produtividade da planta hospedeira. Propomos que este resultado está ligado a presença de artrópodes herbívoros somado aos danos causados pelos pulgões, que quando cuidados pelas formigas crescem mais e conseqüentemente causam mais danos a planta hospedeira. Por outro lado, quando a interação ocorre isoladamente, ou seja, sem a presença de outros artrópodes, a presença das formigas afetou positivamente a produtividade da planta hospedeira. Este resultado pode ser relacionado à coleta de “honeydew” pelas formigas que impede que fungos saprófitos se desenvolvam no limbo das folhas da planta hospedeira, o que prejudicaria sua taxa fotossintética e, conseqüentemente, sua produtividade.

Na prática nossos experimentos simularam dois tipos de manejo agrícola: o agroecológico e o monocultivo orgânico. Desta forma, nosso estudo mostrou como os efeitos das interações ecológicas podem variar de acordo com o tipo de manejo da área. Este conhecimento é importante para a compreensão da dinâmica da interação formiga afídeo em agrossistemas e pode auxiliar na elaboração de manejos mais eficazes na preservação biológica e na produção agrícola.

Traçamos um perfil etnográfico das comunidades estudadas onde a maioria das entrevistadas eram mulheres e donas de casas, as quais foram apontadas como responsáveis pela horta. Percebemos também que o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) é um fator que diminui a participação das pessoas por receio de fornecer documentos pessoais e percebemos também a importância de um mediador local para minimizar os efeitos do TCLE sobre a aderência das pessoas a pesquisa.

Neste estudo observamos que as hortas familiares ainda são importantes para as comunidades rurais e que as famílias têm um vasto conhecimento sobre as plantas cultivadas, suas pragas e as formas de combater-las, principalmente através de métodos alternativos. Entretanto, o uso de pesticidas comerciais ainda é bastante utilizado pelas famílias, o que coloca em risco a saúde das mesmas. Pudemos perceber ainda que, na visão das comunidades, as formigas são em geral apenas pragas nas hortas e sua diversidade e comportamentos se

restringem apenas as etnoespécies que causam danos visíveis para as famílias. A interação formiga-afídeo é pouco conhecida pelas comunidades e parece não afetar a produção hortícola das famílias entrevistadas.

Nenhuma das hipóteses propostas foram aceitas, relacionamos este resultado a forte cultura regional que de certa forma mascara os efeitos da globalização e consequente perda intergeracional de conhecimentos. Percebemos ainda que os conhecimentos tradicionais acerca da prática hortícola continuam a ser conservados graças as mulheres que mantêm sua cultura. Nosso estudo mostra a importância de se acessar os conhecimentos tradicionais das comunidades para a compreensão do estado de conservação destes conhecimentos, além dos possíveis fatores que possam acarretar sua perda.

Finalmente, na cartilha apresentamos os benefícios das práticas hortícolas para a segurança alimentar das famílias, alguns métodos alternativos de controle de pragas que são os maiores desafios para a manutenção das hortas das comunidades entrevistadas e, por fim apresentamos como as formigas nos ambientes hortícolas podem ser úteis para garantir uma melhor produtividade. Após a publicação, distribuiremos as cartilhas para as famílias que participaram da pesquisa. Esperamos que esta cartilha estimule as famílias a manterem a prática hortícola em suas residências e que as dicas por nós apresentadas possam melhorar a produção das hortas e com isso auxiliar tanto na conservação dos conhecimentos tradicionais destas comunidades, quanto garantindo a segurança alimentar das famílias visitadas.

De forma geral a presente tese demonstra a importância da aplicação de diferentes abordagens para a compreensão do fenômeno estudado. Neste contexto, nosso estudo trouxe avanços aos conhecimentos sobre a presença de formigas pastoras em agrossistemas, tanto no contexto ecológico como etnobiológico. Conseguimos compreender que a interação formiga-afídeo em contextos ecológicos diferentes afeta de forma diferente a planta hospedeira. Além disso, também pudemos compreender que mulheres são guardiãs dos conhecimentos tradicionais sobre hortas e sobre formigas nestes ambientes. Ainda observamos que as comunidades conhecem apenas formigas e suas interações, quando estas as afetam de alguma forma e que a interação formiga-afídeo parece não afetar significativamente as hortas estudadas.