

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Jardel Boscardin

**ARTRÓPODOS ASSOCIADOS À CULTURA DA
NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]
NO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2016

Jardel Boscardin

**ARTRÓPODOS ASSOCIADOS À CULTURA DA
NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]
NO RIO GRANDE DO SUL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Área de Concentração em Silvicultura, como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Ervandil Corrêa Costa

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Boscardin, Jardel
Artrópodos associados à cultura da noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] no Rio Grande do Sul / Jardel Boscardin.- 2016.
197 p.; 30 cm

Orientador: Ervandil Corrêa Costa
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2016

1. Artrópodos de copa 2. Fauna epigéica 3. *Monellia caryella* 4. Nozes 5. Percevejos fitófagos. Scolytinae I. Costa, Ervandil Corrêa II. Título.

© 2016

Todos os direitos reservados a Jardel Boscardin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser realizada mediante citação da fonte.

Endereço: Rua João Arlindo Bortoluzzi, n. 301, apto. 203, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97105-215.

Fone +55 (55) 9603 7425; E-mail: boscardinj@gmail.com

Jardel Boscardin

**ARTRÓPODOS ASSOCIADOS À CULTURA DA
NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]
NO RIO GRANDE DO SUL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Engenharia Florestal da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Área de
Concentração em Silvicultura, como requisito
parcial para obtenção do título de **Doutor em
Engenharia Florestal**.

Aprovado em 30 de maio de 2016:

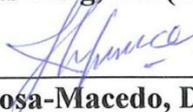


Ervandil Corrêa Costa, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

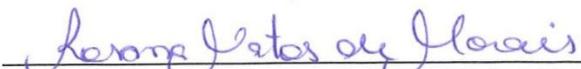


Diniz Fronza, Dr. (UFSM)

Frederico Dimas Fleig, Dr. (UFSM)



José Henrique Pedrosa-Macedo, Dr. (UFPR)



Rosana Matos de Moraes, Dra. (FEPAGRO)

Santa Maria, RS
2016

Com carinho, dedico este trabalho aos meus pais,

Salete Magnan Boscardin e José Antonio Boscardin.

E agradeço-lhes pela educação recebida através dos bons exemplos de caráter, de luta, de amor incondicional e por me ensinarem o valor do trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), por viabilizarem a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo importante aporte financeiro através da concessão de bolsa de estudos.

Ao meu orientador, professor Dr. Ervandil Corrêa Costa, pela orientação, amizade, confiança e por ter acreditado no potencial deste trabalho.

Ao diretor da Divinut Indústria de Nozes de Cachoeira do Sul, Edson Roberto Ortiz, RS, pelo apoio logístico, disponibilidade de dados e pela troca de conhecimento.

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO/RS), Unidade de Pesquisa Florestal de Santa Maria, por disponibilizar a área do experimento; e aos seus funcionários, pelo auxílio durante a execução.

Ao colega Dr. Eloi Paulus (UFSM), pela generosidade em compartilhar seu conhecimento, pela amizade e pelo auxílio no trabalho de campo.

À Dra. Marília Lazarotto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela generosidade na troca de informações.

À Dra. Lílian Daniel Pereira (UFSM), pelo auxílio nas análises estatísticas e pela amizade.

Aos professores presentes na banca de qualificação e defesa final da tese, Dr. Acácio Geraldo de Carvalho (UFFRJ), Dr. Diniz Fronza (UFSM), Dr. José Henrique Pedrosa-Macedo (UFPR), Dra. Juliana Garlet (UNEMAT), Dr. Frederico Dimas Fleig (UFSM), Dra. Márcia D`Ávila (UFSM/CESNORS) e Dra. Rosana Matos de Moraes (FEPAGRO), pelas valiosas contribuições e pela amizade.

Aos produtores de noqueira-pecã, senhor Edemar Bisognin (Mata, RS), senhor Eloi Schmidt (Tunas, RS), senhor Sérgio Roberto Müller (Santa Rosa, RS), senhor Marcio Moacir Temp e à Larissa Temp (Paraíso do Sul, RS) e a senhora Janice Holzschuh (Paraíso do Sul, RS), pela disponibilidade das áreas de estudo, generosidade e troca de conhecimentos.

Aos (Às) pesquisadore(a)s: Dr. Adriano Cavalleri da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), pela identificação de Thysanoptera; Dra. Aline Barcellos Prates dos Santos e a acadêmica de Ciências Biológicas Rita d'Oliveira Lapischies, do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB/RS), pela identificação de Heteroptera e Reduviidae, respectivamente; Dra. Ana Paula Ott da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela identificação de Acari; Dr. Antonio Domingos Brescovit do Instituto Butantan, pela identificação de Araneae; Dr. Antonio Jose Creao-Duarte da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pela identificação de Membracidae; Doutorando Caleb Califre Martins da Universidade de São Paulo (USP), pela identificação de Chrysopidae; Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), pela identificação de Scolytinae; Dra. Dalva Luiz de Queiroz da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e ao Dr. Daniel Hieronymus Burckhardt do Naturhistorisches Museum Basel, pela identificação de Psyllidae; Doutoranda Franciele Coghetto da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela identificação de Collembola; Dr. Jacques Hubert Charles Delabie da Comissão Executiva do Plano da Lavoura

Cacaueira (CEPLAC), pela identificação de Formicidae; Dra. Jocelia Grazia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela identificação de Pentatomidae; Dr. José Antônio Marin Fernandes da Universidade Federal do Pará (UFPA), pela identificação de Coreidae; Doutoranda Karine Schoeninger do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pela identificação das espécies de parasitoides; Dra. Lúcia Massutti de Almeida da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela identificação de Coccinellidae; Dr. Pedro Giovâni da Silva da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pela identificação de Coleoptera; Dra. Regina Célia Zonta de Carvalho da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), pela identificação de Aphididae; Doutorando Renato Jose Pires Machado da Texas Agricultural & Mechanics University, pela identificação de Mantispidae; Doutoranda Silvana Lampert da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela identificação de Diptera; Dr. Vilmar Machado da Universidad de Murcia, pelo auxílio na identificação de *Chauliognathus*; Dr. Wilson Sampaio de Azevedo Filho da Universidade de Caxias do Sul (UCS), pela identificação de Cicadellidae. Agradeço a todo(as), pela cordialidade e generosidade ao longo do processo de identificação das espécies.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, em especial a professora Dra. Maristela Machado Araújo e ao professor Dr. Frederico Dimas Fleig, pelas sugestões, ensinamentos durante o curso, e pela amizade.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, Cerlene Machado (Tita), Rone Maria Rochele de David e Maria Alaides Vollenhaupt, pelo auxílio e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM, Angelita Sangoi Martins, Fernando Saccol Gnocatto, Fioravante Vianeí do Amaral, Jorge Antonio Silveira França, Marizete Rossato Pozzobon, pelo auxílio e amizade ao longo desses anos.

Aos colegas de laboratório Dayanna, Iyanassô, Jéssica, Leandra, Leonardo, Marciane e Mariana, pelo auxílio no trabalho de campo e de laboratório, pela amizade e convívio diário.

Ao meu irmão Gabriel, meu irmão Geovani e minha cunhada Roberta e meu afilhado Pedro, pelo apoio, alegrias compartilhadas e amor incondicional.

Ao Marcelo, pelo apoio, tranquilidade transmitida, compreensão e companheirismo.

À Gica e a Aline e demais amigo(a)s, de perto e de longe, pela amizade, pelas conversas, e por compreenderem minhas ausências.

Enfim, a todos que participaram da realização deste trabalho, e àqueles que de alguma forma contribuíram para a minha evolução espiritual, pessoal e profissional.

Minha eterna gratidão!

*“Se as coisas são inatingíveis... ora!
Não é motivo para não querê-las...
Que tristes os caminhos, se não fora
A presença distante das estrelas!”*

(Mario Quintana)

BIOGRAFIA

JARDEL BOSCARDIN, filho de Salete Magnan Boscardin e José Antonio Boscardin, nasceu na cidade de Marau, Rio Grande do Sul, em 02 de fevereiro de 1986.

Iniciou os estudos na pré-escola no ano de 1992, na Escola Estadual de Ensino Fundamental Charruas na cidade de Marau, RS, onde concluiu o ensino fundamental no ano de 2000. Realizou o ensino médio de 2001 à 2003 no Instituto Estadual Santo Tomás de Aquino, localizado também na cidade de Marau, RS.

Em agosto de 2005, ingressou no curso de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria, RS, concluindo-o em 13 de agosto de 2010.

Em agosto de 2010, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Florestal, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, submetendo-se à defesa da dissertação em 31 de julho de 2012.

Em agosto de 2012, iniciou o Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para Educação Profissional com Grau equivalente a Licenciatura Plena, na Universidade Federal de Santa Maria, concluindo-o em 18 de janeiro de 2014.

Em março de 2013, iniciou o curso de Doutorado em Engenharia Florestal, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, submetendo-se à defesa da tese em 30 de maio de 2016.

RESUMO

ARTRÓPODOS ASSOCIADOS À CULTURA DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] NO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: Jardel Boscardin

ORIENTADOR: Ervandil Corrêa Costa

Nos últimos anos verificou-se um aumento da área plantada com *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Juglandaceae), principalmente no sul do Brasil. A medida em que o cultivo da noqueira-pecã cresce no país, é necessário que as ciências e tecnologias acompanhem tal progresso. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a fauna de artrópodos associada à noqueira-pecã, no Rio Grande do Sul. Para tanto, foi conduzido um experimento em um plantio de *C. illinoensis*, com aproximadamente 1,2 hectares, em espaçamento de 7 m x 7 m, submetido a diferentes preparos e coveamentos do solo, em Santa Maria, RS. Utilizou-se Delineamento de Blocos ao Acaso, com cinco blocos e quatro tratamentos: plantio em cova pequena de 20 cm x 60 cm (Cp); utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena (Scp); utilização de enxada rotativa e cova pequena (Ecp); e plantio em cova grande de 40 cm x 60 cm (Cg). Foram realizadas oito coletas com armadilhas de solo modelo “pitfall”, em cada estação do ano, do verão de 2014 a primavera de 2015; 18 coletas quinzenais, de março de 2014 a maio de 2015, com armadilhas adesivas amarelas, nas áreas de tratamento e na área do entorno (En) e 13 coletas, quinzenalmente, com rede de copa, de novembro de 2014 a maio de 2015, somente no plantio. Em outubro de 2012, foram visitados plantios em Tunas e Mata, RS, para levantamentos de árvores atacadas por broqueadores e em março de 2014 e 2015 realizaram-se coletas manuais dos percevejos fitófagos atacando frutos de noqueira-pecã em plantios localizados na cidade de Paraíso do Sul, RS; o material coletado em ambas as áreas foi levado ao laboratório para triagem. Para a área com diferentes preparos do solo e coveamentos, verificou-se que o tratamento Ecp apresentou os menores valores de diversidade e equitabilidade para a fauna epigéica ($H' = 0,93$ e $J' = 0,36$) e coleopterofauna ($H' = 1,89$ e $J' = 0,66$), enquanto que Scp e Cg apresentaram os maiores índices para os artrópodos epigéicos e coleópteros, respectivamente. *Diloboderus abderus* (Sturm) (Melolonthidae), foi a espécie mais frequente em todas as áreas, ocorrendo somente nos verões. Não foi verificada diferença estatística para as densidades da espécie, entre os tratamentos. A sazonalidade influenciou na abundância e riqueza dos artrópodos epigéicos. Para as armadilhas adesivas não foi verificada diferença entre os tratamentos avaliados, e o acme populacional de *Monellia caryella* (Fitch) (Aphididae) ocorreu em abril de 2014 e verificou-se a associação da espécie com Coccinellidae. Nas copas das plantas de noqueira-pecã foram coletados 150 *taxa*, sendo Coleoptera a ordem de maior riqueza. Diptera, *Brachymyrmex admotus* (Formicidae) e *M. caryella* foram os *taxa* de maior frequência coletados com rede de copa, não tendo sido verificada diferença estatística entre os tratamentos para a abundância e riqueza de espécies. Em Tunas, foram verificadas duas espécies de *Corthylus* e uma de *Xyleborinus* (Curculionidae, Scolytinae), atacando o tronco de plantas de noqueira-pecã. Já em Paraíso do Sul, foram registradas pela primeira vez, as espécies *Leptoglossus stigma* (Herbst), *L. zonatus* (Dallas) (Coreidae) e *Loxa deducta* Walker (Pentatomidae) consumindo os frutos de *C. illinoensis*.

Palavras-chave: Artrópodos de copa. Fauna epigéica. *Monellia caryella*. Nozes. Percevejos fitófagos. Scolytinae.

ABSTRACT

ARTHROPODS ASSOCIATED WITH PECAN [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] CULTURE IN RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: Jardel Boscardin

ADVISER: Ervandil Corrêa Costa

In recent years there has been an increase in the area planted with *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Juglandaceae), mainly in southern Brazil. The extent to which the cultivation of pecan growing in the country, it is necessary that science and technology to track such progress. This study aimed to evaluate the arthropod fauna associated with pecans in Rio Grande do Sul. Therefore, an experiment was conducted in a planting of *C. illinoensis*, with approximately 1.2 hectares in spacing 7 m x 7 m, subjected to different preparations and holes soil, in Santa Maria, RS. Was used delineation of randomized blocks with five blocks and four treatments: planting small pit 20 cm x 60 cm (Cp); using more grid subsoiler leveler and small pit (Scp); use rotary hoe and small pit (Ecp); and planting in large pit 40 cm x 60 cm (Cg). Eight collected were performed with pitfall traps model "pitfall" in every season, summer 2014 to spring 2015; 18 fortnightly collections, from March 2014 to May 2015, with yellow sticky traps in the areas of treatment and the surrounding area (En) and 13 collections, fortnightly, with pantry network from November 2014 to May 2015, only in planting. In October 2012, plantations were visited in Tunas and Mata, RS, for surveys of trees attacked by borers and in March 2014 and 2015 were performed manual collection of phytophagous bugs attacking pecans fruit in plantations located in the city of Paraíso do Sul, RS; the material collected in both areas was taken to the laboratory for screening. For the area with soil tillage and cabling, it was found that Ecp treatment had the lowest values of diversity and evenness for epigeic animals ($H' = 0.93$ and $J' = 0.36$) and coleopterofauna ($H' = 1.89$ and $J' = 0.66$), while Scp and Cg showed the highest levels, for epigéicos arthropods and Coleoptera, respectively. *Diloboderus abderus* (Sturm) (Melolonthidae) was the most common species in all areas, occurring only in summers. Was not founded statistical difference in the densities of the species between treatments. Seasonality influences the abundance and richness of epigeic arthropods. For sticky traps was not verified difference between the treatments, and the population acme *Monellia caryella* (Fitch) (Aphididae) occurred in April 2014, it was the association of the species with Coccinellidae. In the tops of pecan plants were collected 150 taxa, Coleoptera and the order of greater wealth. Diptera, *Brachymyrmex admotus* (Formicidae) and *M. caryella* were the highest attendance rate collected with canopy network, having been verified statistical difference between treatments for the abundance and species richness. In Tunas, were found two species of the *Corthylus* and a *Xyleborinus* (Curculionidae, Scolytinae), attacking pecan trunk, and in Paraíso do Sul, for the first time was registred species of *Leptoglossus stigma* (Herbst), *L. zonatus* (Dallas) (Coreidae) and *Loxa deducta* Walker (Pentatomidae) attacking *C. illinoensis* fruits.

Keywords: Canopy arthropod. Epigeic fauna. *Monellia caryella*. Nuts. Phytophagous bugs. Scolytinae.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Aspectos Gerais

Figura 1.1 – Perfil sazonal de ocorrência de algumas espécies-praga da noqueira-pecã. 53

Fauna epigéica e coleopterofauna associadas à noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos

Figura 2.1 – Croqui representativo de parte da área, contendo a distribuição das armadilhas de solo, nos diferentes preparos de solo e coveamentos, em um plantio de noqueira-pecã. Santa Maria, de março de 2014 a novembro de 2015. 70

Figura 2.2 – Similaridade da fauna epigéica coletada nos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS. 88

Figura 2.3 – Similaridade das espécies de Coleoptera coletadas nos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS. 97

Figura 2.4 – Número médio de espécimes de *Diloboderus abderus* coletados nos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS. 98

Figura 2.5 – Análise de correspondência canônica entre as propriedades químicas do solo e os *taxa* coletados em diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS. 103

Artrópodos associados a um plantio de noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos, capturados com armadilha adesiva

Figura 3.1 – Armadilhas adesivas amarelas em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS. 115

Figura 3.2 – Similaridade de *taxa* de artrópodos coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS. 122

Figura 3.3 – Flutuação populacional de *Monellia caryella* e Família Coccinellidae coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS. 124

Artrópodos associados à copa de *Carya illinoensis* sob diferentes preparos do solo e coveamentos

- Figura 4.1 – Abundância e riqueza observada (S_{obs}) segundo hábito alimentar de artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015. 150
- Figura 4.2 – Similaridade da fauna de artrópodos coletados com rede de copa, em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, de novembro de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS... 153
- Figura 4.3 – Flutuação populacional de *Harmonia axyridis*, *Monellia caryella*, *Brachymyrmex admotus* e *Chauliognathus flavipes* coletadas com rede de copa, em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, de novembro de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS..... 154

Ocorrência de coleobrocas (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) em noqueira-pecã no Rio Grande do Sul, Brasil

- Figura 5.1 – Localização das cidades em que ocorreram as amostragens em plantios de noqueira-pecã, no Rio Grande do Sul, Brasil. 165
- Figura 5.2 – Sintomologia externa indicando a presença de escolitíneos, em plantas de noqueira-pecã, em cidades do Rio Grande do Sul. Outubro de 2012. 168
- Figura 5.3 – Sintomologia externa e interna, da presença de escolitíneos em plantas de noqueira-pecã, em cidades do Rio Grande do Sul. Outubro de 2012. 169

Ocorrência de espécies de percevejos fitófagos associadas a frutos de noqueira-pecã na região central do Rio Grande do Sul, Brasil

- Figura 6.1 – Percevejos fitófagos: *Leptoglossus stigma* (A), *L. zonatus* (B) e *Loxa deducta* (C), encontrados atacando frutos de noqueira-pecã, em Paraíso do Sul, RS. 179
- Figura 6.2 – Fruto de noqueira-pecã atacado por percevejos fitófagos em Paraíso do Sul, RS. 180

LISTA DE TABELAS

Aspectos Gerais

- Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.....40
- Tabela 1.2 – Caracterização dos danos das espécies-praga da noqueira-pecã relatadas no Brasil e no Rio Grande do Sul.....51

Fauna epigéica e coleopterofauna associadas à noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos

- Tabela 2.1 – Caracterização física e química do Argissolo Vermelho Distrófico arênico, referentes ao perfil na área do experimento.67
- Tabela 2.2 – Fauna epigéica coletada com armadilhas de solo em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.77
- Tabela 2.3 – Espécies de formigas cortadeiras coletadas com armadilhas de solo em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.....79
- Tabela 2.4 – Valores médios de abundância e riqueza observada (S_{obs}) da fauna epigéica em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.....83
- Tabela 2.5 – Diversidade e equitabilidade da fauna epigéica em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.86
- Tabela 2.6 – Espécies de coleópteros coletadas com armadilhas de solo, em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.....90
- Tabela 2.7 – Diversidade e equitabilidade de espécies de Coleoptera coletadas em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.....95
- Tabela 2.8 – Porcentagem de argila, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, na profundidade de 0-0,10 m, em diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, fevereiro de 2015, em Santa Maria, RS.....100

- Tabela 2.9 – Matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), micronutrientes (B, Cu e Zn) e macronutrientes (P, S, K, Al, Ca e Mg), em diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, fevereiro de 2015, em Santa Maria, RS..... 102
- Tabela 2.10 – Valores médios de diâmetro do coleto (\emptyset), altura (h) e incremento médio anual (IMA) de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos. Em março de 2014 e março de 2015, em Santa Maria, RS..... 105

Artrópodos associados a um plantio de noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos, capturados com armadilha adesiva

- Tabela 3.1 – Artrópodos coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS. 120
- Tabela 3.2 – Valores médios de abundância de *taxa* com importância econômica e com maior frequência relativa, coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS..... 123
- Tabela 3.3 – Correlação de Spearman (r_s) entre o número de indivíduos de *taxa* com maior frequência relativa, coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS..... 125

Artrópodos associados à copa de *Carya illinoensis* sob diferentes preparos do solo e coveamentos

- Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015. 135
- Tabela 4.2 – Valores médios de abundância para os *taxa* de maior frequência de artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015. 151
- Tabela 4.3 – Teores de macronutrientes $g\ kg^{-1}$ (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes $mg\ kg^{-1}$ (B, Cu, Fe, Mn, Zn) nas folhas das plantas de noqueira-pecã, com três anos de idade, submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos. Fevereiro de 2015, em Santa Maria, RS. 155

Ocorrência de coleobrocas (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) em noqueira-pecã no Rio Grande do Sul, Brasil

- Tabela 5.1 – Dados dos plantios em que houve a ocorrência de escolitíneos (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) em noqueira-pecã, em municípios do Rio Grande do Sul, Brasil. Outubro de 2012. 164

Tabela 5.2 – Número de orifícios de entrada e/ou emergência de escolitíneos em cinco árvores de noqueira-pecã, com dois anos de idade, em um plantio de um hectare, localizado no município de Tunas, RS, em 8 de novembro de 2012... 170

Ocorrência de espécies de percevejos fitófagos associadas a frutos de noqueira-pecã na região central do Rio Grande do Sul, Brasil

Tabela 6.1 – Lista de espécies vegetais atacadas por *Leptoglossus stigma*, *L. zonatus* e *Loxa deducta*, no Brasil..... 181

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%	Porcentagem e/ou frequência relativa
°C	Graus Celsius
ANOVA	Análise de Variância
CCA	Análise de Correspondência Canônica
cm	Centímetro(s)
cm ³ cm ⁻³	Centímetro cúbico por centímetro cúbico
cmol _c dm ⁻³	Centimol por decímetro cúbico
Dp	Densidade de partículas do solo
EUA	Estados Unidos da América
f	<i>Taxa</i> frequente
g	Gramas(s)
g cm ⁻³	Gramas por centímetro cúbico
g kg ⁻¹	Gramas por quilo
h	Altura da planta
H'	Índice de Diversidade de Shannon
H ₂ O	Água
ha	Hectare(s)
i.a.	Ingrediente ativo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de confiança
IMA	Incremento médio anual
INC	International Nut and Dried Fruit Council Foundation
J'	Índice de Equitabilidade de Pielou
kg	Quilograma(s)
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
m	Metro(s)
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mf	<i>Taxa</i> muito frequente
mg dm ⁻³	Miligrama por decímetro cúbico
mg kg ⁻¹	Miligrama por quilograma
MIP	Manejo Integrado de Pragas
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MO	Matéria orgânica do solo
N	Número de espécimes
n	Tamanho da amostra
Ø	Diâmetro
outn	Outono

p	Valor-p
pf	<i>Taxa</i> pouco frequente
pH	Potencial hidrogeniônico
PP	Precipitação pluviométrica acumulada
<i>pr</i>	Primavera
<i>r</i>	Correlação de Pearson
<i>r_s</i>	Correlação de Spearman
<i>S_{obs}</i>	Riqueza observada
T.	Temperatura
<i>taxa</i>	Táxons
ton.	Toneladas
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UR	Umidade relativa do ar
<i>vr</i>	Verão
μm	Micrometro
σ	Desvio padrão da média

SUMÁRIO

1	ASPECTOS GERAIS	29
1.1	INTRODUÇÃO.....	29
1.2	REVISÃO DE LITERATURA	32
1.2.1	A noqueira-pecã	32
1.2.1.1	<i>Histórico no Brasil</i>	34
1.2.1.2	<i>Importância econômica</i>	35
1.2.2	Exigências edafoclimáticas da noqueira-pecã	36
1.2.3	Fauna epigéica: ênfase em Coleoptera	37
1.2.4	Artrópodos associados à noqueira-pecã	39
1.2.4.1	<i>Espécies nocivas</i>	39
1.2.4.2	<i>Espécies benéficas e outras</i>	53
1.2.5	Métodos de coleta de artrópodos	55
1.2.5.1	<i>Coleta com armadilha de solo modelo “pitfall”</i>	55
1.2.5.2	<i>Coleta com armadilhas adesivas</i>	56
1.2.5.3	<i>Coleta com rede de copa</i>	56
1.2.6	Influência das variáveis meteorológicas sobre os insetos	57
	REFERÊNCIAS	58
2	FAUNA EPIGÉICA E COLEOPTEROFAUNA ASSOCIADAS À NOGUEIRA-PECÃ SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS	65
2.1	INTRODUÇÃO.....	65
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	66
2.2.1	Localização e caracterização da área experimental	66
2.2.2	Implantação e condução do plantio de noqueira-pecã	68
2.2.3	Delineamento experimental	69
2.2.4	Coleta da fauna epigéica	69
2.2.5	Triagem e identificação dos artrópodos	71
2.2.6	Mensuração das plantas de noqueira-pecã	71
2.2.7	Análises físicas e químicas do solo	72
2.2.8	Dados meteorológicos	72
2.2.9	Análise dos parâmetros ecológicos	73
2.2.10	Análise estatística	74
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
2.3.1	Avaliação da fauna epigéica	75
2.3.2	Avaliação da fauna de coleópteros do solo	88
2.3.3	Análises físicas e químicas do solo	99
2.3.4	Crescimento das plantas de noqueira-pecã	105
2.4	CONCLUSÕES.....	106
	REFERÊNCIAS	107
3	ARTRÓPODOS ASSOCIADOS A UM PLANTIO DE NOGUEIRA-PECÃ SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS, CAPTURADOS COM ARMADILHA ADESIVA	113
3.1	INTRODUÇÃO.....	113
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	114
3.2.1	Localização e caracterização da área experimental	114
3.2.2	Implantação e condução do plantio de noqueira-pecã	114

3.2.3	Delineamento experimental	114
3.2.4	Coleta com armadilha adesiva amarela	114
3.2.5	Triagem e identificação dos artrópodos	116
3.2.6	Dados meteorológicos	116
3.2.7	Análise dos parâmetros ecológicos	116
3.2.8	Análise estatística	117
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	118
3.4	CONCLUSÕES	125
	REFERÊNCIAS	126
4	ARTRÓPODOS ASSOCIADOS À COPA DE <i>Carya illinoensis</i> SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS	129
4.1	INTRODUÇÃO	129
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	130
4.2.1	Localização e caracterização da área experimental	130
4.2.2	Implantação e condução do plantio de noqueira-pecã	130
4.2.3	Delineamento experimental	130
4.2.4	Coleta dos artrópodos de copa	130
4.2.5	Triagem e identificação dos artrópodos	131
4.2.6	Análise foliar	131
4.2.7	Dados meteorológicos	132
4.2.8	Análise dos dados	132
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	134
4.3.1	Composição dos artrópodos de copa em noqueira-pecã	134
4.3.2	Parâmetros ecológicos e as variáveis climáticas	152
4.3.3	Nutrição e crescimento das plantas	155
4.4	CONCLUSÕES	157
	REFERÊNCIAS	157
5	OCORRÊNCIA DE COLEOBROCAS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE, SCOLYTINAE) EM NOGUEIRA-PECÃ NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	163
5.1	INTRODUÇÃO	163
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	164
5.2.1	Localização e caracterização das áreas do estudo	164
5.2.2	Coleta, triagem e identificação	166
5.2.3	Análise dos dados	166
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	167
5.4	CONCLUSÃO	172
	REFERÊNCIAS	173
6	OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PERCEVEJOS FITÓFAGOS ASSOCIADAS A FRUTOS DE NOGUEIRA-PECÃ NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	177
6.1	INTRODUÇÃO	177
6.2	MATERIAL E MÉTODOS	178
6.2.1	Localização e caracterização da área do estudo	178
6.2.2	Mensuração dos frutos atacados	178
6.2.3	Triagem e identificação	179
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	179
6.4	CONCLUSÃO	182
	REFERÊNCIAS	182

7	CONCLUSÃO GERAL	185
8	RECOMENDAÇÕES	187
	APÊNDICE A – ESPÉCIES-PRAGA DA NOGUEIRA-PECÃ PARA OS ESTADOS UNIDOS, BRASIL E RIO GRANDE DO SUL.	188
	APÊNDICE B – CROQUI DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DO PLANTIO DE NOGUEIRA-PECÃ SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS, SANTA MARIA, RS.....	192
	APÊNDICE C– LISTA DE TAXONOMISTAS CONSULTADOS.	193
	ANEXO A – ÁREA DE COLHEITA E COLHIDA DE NOZ (FRUTO SECO) NO BRASIL EM 2014.	194
	ANEXO B - IMAGEM AÉREA DO PLANTIO DE NOGUEIRA-PECÃ COM DOIS ANOS DE IDADE, EM SANTA MARIA, RS.....	195
	ANEXO C – DADOS METEOROLÓGICOS MENSAIS, NO PERÍODO DE 2014 A 2015, PARA SANTA MARIA, RS.	196
	ANEXO D – DADOS METEOROLÓGICOS DAS MICRORREGIÕES DE SANTA MARIA, SANTA ROSA E SOLEDADE, RS. NO PERÍODO DE 2011 A 2012.	197

1 ASPECTOS GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Uma ampla e rápida expansão da cultura da noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Juglandaceae) ocorreu no Brasil, em meados dos anos 60 e 70, influenciada pelos incentivos fiscais com vistas nos florestamentos e reflorestamentos, tendo sido formados, nessa época, grandes pomares (DUARTE; ORTIZ, 2001). Atualmente, a pecanicultura, encontra-se novamente em ascensão, especialmente na região sul do país, devido à demanda e ao excelente preço pago pelo seu principal produto, a amêndoa, muito utilizada na indústria alimentícia.

A expansão das áreas cultivadas com noqueira-pecã, que ocorre hoje em vários municípios do estado do Rio Grande do Sul, particularmente na região central, está ligada as características satisfatórias apresentadas pela cultura, como por exemplo, à diversificação da produção para regiões com predomínio da agricultura familiar. Segundo Lima (2011), o cultivo da noqueira-pecã pode ser realizado em um sistema agrossilvipastoril, onde o agricultor mantém a produção de hortaliças na entrelinha do plantio, principalmente, nos primeiros anos do cultivo e, nos anos subsequentes pode associar à pecuária ou a criação de pequenos animais. Tornando-se assim, uma alternativa viável para pequenos produtores rurais, em termos de diversificação de culturas e fonte de renda, com ganhos a médio e longo prazo.

De acordo com Fronza, Poletto e Hamann (2013), no Rio Grande do Sul, as pequenas propriedades rurais comportam pomares de 4 a 15 hectares, no entanto, já existem pomares com mais de 100 ha. Assim, a medida em que aumentam as áreas plantadas com noqueira-pecã, surge a preocupação com a incidência de surtos de insetos-praga.

Apesar de já estabelecido há pouco mais de cem anos no país, há uma carência em trabalhos disponíveis para técnicos e produtores sobre Sistemas Técnicos de Produção da noqueira-pecã, como é encontrado para outras culturas no Brasil (STELLA; LUCCHESI, 2015). Nesse sentido, a noqueira-pecã necessita de estudos a respeito de manejo, entomofauna, danos de pragas e seu respectivo controle. Os tratamentos culturais adotados atualmente no país, por exemplo, tem como referência a troca de informações entre produtores e assistência técnica, e a adoção de técnicas adaptadas dos demais países produtores.

A falta de registros de insetos-praga em periódicos e notas de ocorrência e/ou técnicas, causa desconhecimento à comunidade científica. E a não divulgação desses relatos, bem como a caracterização e quantificação de danos, pode ocasionar o desinteresse em estudos básicos, envolvendo levantamento, monitoramento, bioecologia e formas de controle desses insetos, como tem sido verificado em relação à cultura da noqueira-pecã.

Infere-se que a carência de estudos com a noqueira-pecã esteja relacionada ao fato de que a cultura está passando por um processo de retomada, após quase 40 anos de descaso. Porém, uma vez que, problemas com insetos-praga, tanto nativos quanto exóticos (nesse caso introduzidos), vêm sendo relatados pelos produtores, o desinteresse pela pesquisa pode acarretar sérios prejuízos à cultura, pois os plantios comerciais com noqueira-pecã são, em sua grande maioria, homogêneos.

Segundo Altieri, Silva e Nicholls (2003), os plantios homogêneos ou monoculturas, especialmente nos trópicos, são alvos ideais tanto para invasão de espécies-praga já existentes, bem como para a adaptação de populações naturais às culturas introduzidas. De tal modo que, os riscos de surtos de insetos-praga podem aumentar na medida em que houver a expansão das áreas plantadas com noqueira-pecã, conforme já é verificado em outras culturas florestais, como por exemplo, a do eucalipto, do pinus e da acácia-negra, entre outras.

Nesse aspecto, para que haja propostas de controle de insetos-praga e doenças, em qualquer cultura é necessário, primeiramente conhecer essas espécies, sua etologia, bem como sua reprodução, desenvolvimento e dispersão. Tais características, geralmente, estão ligadas às variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa e precipitação) e edáficas, além da qualidade sanitária das plantas e sua resistência.

O reconhecimento das espécies nocivas ocorre, em um primeiro momento, através de levantamentos populacionais, que propiciam também o monitoramento das espécies já indicadas como pragas, além de fornecerem dados de novas espécies, e de potenciais predadores e parasitoides presentes no ambiente, servindo assim, como base para programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Deste modo, os levantamentos populacionais constituem-se como primeiro passo para o Manejo Integrado de Pragas, que se fundamenta em bases ecológicas, para o controle de insetos e/ou também qualquer problema limitante da produção agrícola, nesse caso florestal, decorrente da competição interespecífica (patógenos, nematoides, plantas daninhas e os próprios insetos) (GALLO et al., 2002).

Nesse contexto, o presente trabalho se justifica por caracterizar a fauna de artrópodos epigéicos e de copa, associados a um plantio de *Carya illinoensis*, em condições alternativas

de preparos de solo e coveamentos, bem como por relatar e caracterizar a ocorrência de insetos-praga em plantios de noqueira-pecã na região sul do Brasil. Constituindo-se assim, como um estudo básico sobre o cultivo, alicerçado em levantamentos populacionais, buscando a identificação de espécies componentes da entomofauna e a verificação de possíveis interações harmônicas e/ou desarmônicas entre planta e inseto.

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a fauna de artrópodos verificando aspectos da dinâmica populacional de insetos-praga e seus respectivos danos, bem como de espécies predadoras e parasitoides em potencial, em plantios de noqueira-pecã no estado do Rio Grande do Sul.

Como objetivos específicos, destacam-se os seguintes:

a) avaliar a diversidade da fauna epigéica associada a um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos; b) caracterizar a diversidade de artrópodos de copa, em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos; c) determinar a influência da sazonalidade e das variáveis climáticas sobre artrópodos associados à cultura da noqueira-pecã; d) registrar novas ocorrências de insetos-praga, bem como caracterizar seus danos em plantas de noqueira-pecã no estado do Rio Grande do Sul.

Para atender aos objetivos, o estudo foi dividido em cinco capítulos:

- Fauna epigéica e coleopteroфаuna associadas à noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos;
- Artrópodos associados a um plantio de noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos, capturados com armadilha adesiva;
- Artrópodos associados à copa de *Carya illinoensis* sob diferentes preparos do solo e coveamentos;
- Ocorrência de coleobrocas (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) em noqueira-pecã no Rio Grande do Sul, Brasil;
- Ocorrência de espécies de percevejos fitófagos associadas a frutos de noqueira-pecã na região central do Rio Grande do Sul, Brasil.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 A noqueira-pecã

A família Juglandaceae inclui seis gêneros e, aproximadamente 100 espécies arbóreas, de porte médio a grande. Os gêneros *Carya* Nutt. e *Juglans* L. pertencentes a esta família, são os mais conhecidos no sul do Brasil, pela produção de nozes e madeira valiosa (MARCHIORI, 1997). De acordo com o mesmo autor, o gênero *Carya* contém cerca de 17 espécies, sendo 16 delas originárias da América do Norte, e uma proveniente do sul da China. Porém, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, até o presente momento, são encontradas 22 espécies pertencentes ao gênero nos Estados Unidos (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2010).

A espécie de noqueira mais conhecida pertencente ao gênero *Juglans*, é a *Juglans regia* L., originária da Europa, por isso denominada de noqueira-europeia. Essa espécie é pouco cultivada no sul do Brasil, sem expressão econômica, sendo utilizada como árvore de sombra e ornamental. Suas amêndoas são muito apreciadas e consumidas no período natalino (BACKES; IRGANG, 2004). Dentre as espécies pertencentes ao gênero *Carya*, destaca-se *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch, conhecida popularmente como noqueira-pecã (MARCHIORI, 1997). Segundo McWilliams (2013), as florestas naturais de *C. illinoensis* cobrem uma faixa contínua do México até Illinois, nos Estados Unidos, sendo que os mais densos bosques de noqueira-pecã tomam forma nos cumes aluviais (apenas além da faixa normal de inundação) ao longo dos ricos afluentes de Oklahoma, Texas e Louisiana.

De acordo com Gatto et al. (2008), tem-se no Rio Grande do Sul o maior pomar de noqueira-pecã da América Latina, sendo *C. illinoensis* a principal espécie plantada, destinando-se, exclusivamente, a produção de nozes comestíveis e, no final, com a perda de produtividade, as árvores são derrubadas e sua madeira utilizada como lenha. A espécie também é utilizada na arborização de parques e praças (BACKES; IRGANG, 2004).

Marchiori (1997) caracteriza a noqueira-pecã como uma árvore que pode chegar a uma altura de 50 m, possui tronco retilíneo, copa elíptica, com folhagem caducifólia. As folhas são do tipo alternas compostas e imparipinadas, possuem de 9 a 17 folíolos sésseis ou quase sésseis, oblongo-lanceolados, de 5 a 20 cm de comprimento por 2,5 a 7,5 cm de largura, tendo ápice agudo ou acuminado, de coloração verde-amarelado-escuros e quase glabros na face superior, são mais claros e raramente pubescentes no interior.

A planta é monoica, com flores masculinas e femininas separadas, que ocorrem entre outubro e novembro. Os frutos são do tipo drupa, normalmente agrupados em cachos de três a sete unidades, com epicarpo que se separa do fruto na maturação, a parte aproveitável varia de 40 a 60 %. O período de maturação do fruto ocorre de março a maio, dependendo das condições edafoclimáticas, fitossanitárias, nutricionais e, especialmente, genéticas (DUARTE; ORTIZ, 2001). Conforme Raseira (1990), a maioria das cultivares utilizadas necessitam de 180 a 200 dias para que ocorra o amadurecimento dos frutos, e permanecem na planta desde a fecundação até a colheita, no período de crescimento.

Durante o período de crescimento, os frutos da noqueira-pecã passam por três fases principais de desenvolvimento. A primeira, consiste na rápida expansão do fruto e inicia no desenvolvimento dos cotilédones até a fase chamada de "coração pequeno" e continua até o estágio aquoso. A próxima etapa é o enchimento da amêndoa, que começa na fase aquosa, onde o tecido da amêndoa é depositado no interior do revestimento da semente até encher completamente seu interior. A fase final do desenvolvimento na noz é a deiscência da casca, durante este processo, a casca separa-se da amêndoa, abrindo e permitindo que a noz caia livre da casca. O tempo de desenvolvimento dos frutos varia de acordo com a cultivar (REID, 2013).

De acordo com Raseira (1990), para que as plantas apresentem boa produtividade de nozes, é necessário que o pomar seja constituído de plantas pertencentes ao grupo das cultivares protândricas (Desirable, Western, Cheyenne, Caddo, Cape Fear, Success, Barton, Cherokee), das cultivares protogínicas (Choctaw, Wichita, Kiowa, Shawnee, Apache, Mohawk, Shoshoni, Chickasaw, Tejas, Elliott, Stuart, Comanche e Schley). As cultivares são multiplicadas por enxertos, que podem iniciar a produção dos quatro aos oito anos, a partir do plantio (BACKES; IRGANG, 2004).

Nesse aspecto, um estudo realizado por Mokochinski (2015), com frutos provenientes de um plantio de noqueira-pecã, com diferentes variedades, na cidade de Cachoeira do Sul, RS, concluiu que as nozes provenientes das variedades Shawnee e Barton apresentaram os maiores rendimentos de amêndoa, com respectivamente, 56,69 % e 54,19 %, seguidas da variedade Choctaw, com um rendimento intermediário de 52,65 %. E por fim, segundo o mesmo autor, a variedade Stuart apresentou maior massa de fruto, de amêndoa e de casca, obtendo, porém o menor rendimento médio, com 49,84 %.

Tanto as amêndoas, quanto as cascas das nozes-pecã, apresentam compostos fenólicos com elevada capacidade antioxidante, o que pode constituir uma importante fonte de antioxidantes na dieta humana (VILLARREAL-LOZOYA; LOMBARDINI; CISNEROS-

ZEVALLOS, 2007). Em cem gramas de amêndoas, são encontradas 718 calorias, 9,7 gramas de proteínas, 2,4 gramas de fibras, 74 gramas de gordura, e doses significativas de micronutrientes, tais como ferro, potássio, magnésio, betacaroteno, tiamina, riboflavina, niacina e ácido ascórbico. A amêndoa da noqueira-pecã quando consumida, ajuda a manter os níveis de lipídios saudáveis (McWILLIAMS, 2013). Ao passo que as cascas das nozes-pecã, segundo Reckziegel (2011), são utilizadas popularmente na forma de chá para tratar de maneira empírica diversos problemas de saúde.

1.2.1.1 Histórico no Brasil

A introdução da espécie *C. illinoensis* no Brasil ocorreu por intermédio de norte-americanos, em meados dos anos de 1900, nos municípios de Santa Bárbara e Americana, no estado de São Paulo (BACKES; IRGANG, 2004). Segundo Ortiz e Camargo (2005), a noqueira-pecã chegou no rastro do confederado Coronel William H. Norris, pioneiro da imigração norte-americana no país. Entre esses imigrantes, alguns como o Sr. Ezekiel Pyles, estabelecido em Santa Bárbara D'Oeste, no estado de São Paulo, trouxeram consigo nozes que deram origem aos primeiros plantios em solo brasileiro.

No estado do Rio Grande do Sul, a cidade de Anta Gorda foi a pioneira no cultivo de noqueira-pecã, que teve início em 1943, quando houve a introdução de quatro mudas originárias de Kentucky (EUA), que existem no município até hoje e são consideradas as ancestrais da maior parte das noqueiras-pecã encontradas no município e região (FRONZA; POLETTO; HAMANN, 2013).

A cultura da noqueira-pecã começou a ser explorada economicamente somente na década de 1970 (RASEIRA, 1990). Conforme Duarte e Ortiz (2001), essa expansão deveu-se a um programa federal de incentivos para florestamento e reflorestamento através de leis de incentivos fiscais¹. Nessa época grandes pomares foram formados, alguns superando 100.000 mudas (DUARTE; ORTIZ, 2001).

Segundo Ortiz e Camargo (2005), os grandes pomares implantados com incentivos fiscais dos anos 60 e 70, hoje, encontram-se abandonados, sendo que a grande parte destas árvores encontram-se com problemas fitossanitários e produção ínfima ou nula. Conforme os mesmos autores, o cultivo da noqueira-pecã é praticado, atualmente, em toda a Região Sul,

¹ Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966 - Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais.

Decreto-Lei nº 1.134, de 16 de novembro de 1970 - Altera a sistemática de incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais.

parte do Sudeste, e Mato Grosso do Sul. Sendo a maior concentração de pomares encontrada na depressão central do estado Rio Grande do Sul, Brasil.

1.2.1.2 Importância econômica

A produção de noz-pecã é liderada pelos Estados Unidos, com 123.531 toneladas de nozes colhidas no ano de 2015, sendo a maior parcela, 103.387 toneladas (83,7 %) provenientes de plantios de variedades melhoradas, enquanto que o restante, 20.144 toneladas (16,3 %) provém de plantios nativos (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2015). O México é o segundo maior produtor mundial de nozes (INC, 2013). Segundo Thompson e Conner (2012), a noqueira-pecã também é comercialmente produzida no Brasil, Israel, África do Sul, Austrália, Egito, Peru e Argentina.

De acordo com dados oficiais do IBGE (2014), no Brasil a soma das áreas destinadas à colheita de nozes (fruto seco), incluindo a noqueira-pecã, foi de 3.199 hectares, com uma produção de 5.223 toneladas no mesmo ano, ocupando assim, o terceiro lugar na produção mundial. A maior parcela de área plantada encontra-se do estado do Rio Grande do Sul, que possui 1.704 ha (53,3 %) deste total, seguido por São Paulo, com 976 ha (30,5 %), Paraná, com 507 ha (15,8 %) e por fim Santa Catarina, com 12 ha (0,4 %) (Anexo A). No estado do Rio Grande do Sul, atualmente, são produzidos cerca de 2.561 toneladas de nozes, e as cidades com maior área destinada ao cultivo de noqueira são Cachoeira do Sul com 610 ha, Anta Gorda com 150 ha e Minas do Leão com 110 ha (IBGE, 2014).

O rendimento dos pomares implantados no país, pode chegar a mais de 2 mil kg ha⁻¹, quando em condições ambientais favoráveis e manejo adequado. Porém, abaixo do rendimento médio dos pomares americanos que chegam a produzir 33,3 % a mais do que o Brasil (DUARTE; ORTIZ, 2001).

Lima (2011) avaliou as perspectivas de produção da noqueira-pecã, através de um estudo econômico, possibilidades de cultivo, produtividade e comercialização das nozes, em um sítio localizado no município de Itaqui, RS. A autora, constatou que o produtor rural pode oportunizar o desenvolvimento de sua propriedade, através da renda obtida com a comercialização futura das amêndoas. Ressaltando que, o cultivo de noqueira-pecã exige elevado custo inicial, mas apresenta resultados econômicos positivos no médio e no longo prazo. O que torna a cultura da noqueira-pecã uma alternativa viável para pequenos produtores rurais, em termos de diversificação de culturas e fonte de renda.

Nesse sentido, Filippin (2011) constatou ser viável economicamente a implantação da noqueira-pecã em áreas de reserva florestal legal e em sistema agroflorestais nas áreas de preservação permanente no Extremo Oeste Catarinense. Com a ressalva, segundo o autor, da utilização da cultura da noqueira-pecã para recuperação com amparo legal, segundo a legislação vigente para áreas de reserva legal.

1.2.2 Exigências edafoclimáticas da noqueira-pecã

A noqueira-pecã é considerada, entre as frutíferas perenes, a que apresenta maior longevidade, sendo que um dos fatores limitantes para o desenvolvimento satisfatório das plantas no pomar é o tipo de solo. O solo deve ser fértil, profundo e bem drenado, deve-se evitar solos alagados ou que apresentem barreiras físicas para o desenvolvimento das raízes, solos com pH elevado, não são recomendados pois dificultam a disponibilidade de zinco, elemento importante para a cultura (RASEIRA, 1990). Segundo Peterson (1990), além dos solos serem bem drenados, os mesmos não devem estar sujeitos à inundações prolongadas. Estes solos são comumente encontrados em Entissolos, Cambissolos e Argissolos.

O solo ideal para cultivo da noqueira-pecã, quanto as características físicas, deve conter mais de 1,2 m de profundidade; textura média, siltosa ou argilosa; sem compactação, com densidade do solo média entre 1,4-1,7 g cm⁻³; estruturas granular, granulada singular se solo arenoso e massiva se os solos forem siltosos ou argilosos. Quanto a disponibilidade de nutrientes o solo deve possuir mais de 2 % de matéria orgânica no horizonte A, com pH na zona de enraizamento entre 5,5-7,5. Sem mosqueados a 5,5 m de profundidade e possuir coloração preta, marrom ou vermelha no local de enraizamento. Durante a estação de crescimento, o lençol freático deve estar a 0,6-1,8 m de profundidade em solos arenosos ou argilo-arenoso, e alagados somente no período de inverno (BAKER; BROADFOOT, 1979).

Em sua região de ocorrência natural, a noqueira-pecã cresce em um clima úmido, com precipitação anual média mínima próxima de 760 e máxima de 2.010 milímetros. Pelo menos 510 mm de chuva devem cair durante o período de crescimento. A média de temperatura de verão varia de 27 °C, com extremos de 41 °C a 46 °C. As temperaturas médias de inverno podem variar de 10 °C a -1 °C, com extremos de -18 °C a -29 °C (PETERSON, 1990).

Conforme Lemus (2004), a noqueira-pecã necessita de períodos longos livres de geadas, de 150 a 210 dias a partir do início do crescimento, na primavera, até a maturação dos frutos, no outono. São necessárias de 400 a 800 horas, sob 7,2 °C para quebrar a dormência vegetativa do inverno. No entanto, para Wells (2013), a brotação da noqueira-pecã pode

ocorrer com poucas horas de frio, de acordo com o autor foi verificada uma variação significativa na brotação de plantas de *C. illinoensis*, em locais com registros inferiores à 100 horas de frio.

As plantas de noqueira-pecã possuem desenvolvimento satisfatório em condições de clima que variam desde úmido até o árido, neste último caso, desde que seja realizada a irrigação. Possui boa produtividade em locais onde as temperaturas médias mensais na estação de crescimento, estejam entre 24 a 30 °C. Em climas úmidos, no entanto, pode haver maior incidência de sarna [*Cladosporium caryigenum* (Ellis & Langl.) Gottwald] e/ou outras doenças fúngicas nessas áreas (RASEIRA, 1990). Ressalta-se que as exigências edafoclimáticas irão variar de acordo com a variedade de noqueira-pecã.

Rovani, Wollmann e Monteiro (2015), a partir das exigências bioclimáticas da noqueira-pecã constataram que o cultivo possui boa adaptabilidade climática ao estado do Rio Grande do Sul, com potencial de desenvolvimento a médio e longo prazo. Entre os riscos climáticos observados, os autores avaliaram que podem apresentar-se de maneira contínua, no espaço e no tempo, dependendo do local; com destaque para as temperaturas acima de 35°C, a falta de horas de frio com temperaturas abaixo de 7,2°C, bem como os períodos de estiagens e secas, as precipitações excessivas e o déficit de umidade no solo durante as fases de desenvolvimento do cultivo.

1.2.3 Fauna epigéica: ênfase em Coleoptera

A fauna do solo é constituída por vários grupos de organismos que exercem as mais variadas funções, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. A distribuição e a sobrevivência destes organismos no solo variam em função da disponibilidade de alimento, umidade, porosidade, teor de oxigênio, variações de temperatura, inundação, tipos de manejo de culturas, agrotóxicos utilizados, teor de matéria orgânica, sistemas de cultivo, tipo de vegetação, predação e hábito alimentar (BUTCHER; SNIDER; SNIDER, 1971). Nesse sentido, estudos realizados em diferentes ambientes indicam que tanto as propriedades físicas, quanto as propriedades químicas do solo podem interferir na composição dos organismos componentes da fauna edáfica (BARETTA et al., 2006; LIMA et al., 2010; PORTILHO et al., 2011).

Segundo Bignell et al. (2010), as espécies que compõem a fauna do solo podem ser classificadas de acordo com o grupo funcional, em espécies: epigéicas, anéicias, endogéicas, engenheiros do ecossistema, espécies-chave, transformadores de serapilheira e

macropredadores. Sendo que, as espécies epigéicas são aquelas que vivem e se alimentam na superfície do solo, componentes da meso e macrofauna, sendo responsáveis pela fragmentação da matéria orgânica e a liberação de nutrientes, mas não pela redistribuição ativa desse material (BIGNELL et al., 2010).

Existem várias formas de se classificar a fauna do solo, Anderson (1988), por exemplo, classifica a fauna edáfica, de acordo com o seu tamanho corporal em: microfauna (menores que 100 µm); mesofauna (entre 100 µm e 2 mm); e, macrofauna (entre 2 e 20 mm). Com base nos aspectos funcionais, é possível classificar a fauna do solo em: saprófagos, que se alimentam diretamente dos resíduos de plantas, fragmentando-os como os grupos Blattaria, Dermaptera, Diplopoda, Diplura, Isopoda, Psocoptera e Symphyla; predadores, que se alimentam de outros organismos como Araneae, Chilopoda, Pseudoscorpiones e Hymenoptera, as larvas de insetos de Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Neuroptera, os grupos Coleoptera, Collembola e Thysanoptera, e os insetos sociais Formicidae e Isoptera, podem ser tanto saprófagos como predadores. Já os grupos Diptera, Homoptera, Heteroptera e Trichoptera são classificados como não edáficos, pois não apresentam funcionalidade conhecida (CORREIA; ANDRADE, 1999).

A fauna edáfica tem sido enfatizada em estudos devido ao seu importante papel na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, bioturbação do solo e, recentemente como bioindicadora da qualidade do solo (ARAÚJO; RIBEIRO, 2005). Segundo Lewinsohn, Freitas e Prado (2005), além das espécies ameaçadas de extinção, os grupos taxonômicos de insetos, que merecem ser avaliados como bioindicadores são Coleoptera (Carabidae, Staphylinidae e Cicindelinae); alguns grupos de hemípteros, tais como os Pentatomidae; várias famílias de Diptera, tais como Drosophilidae, Tephritidae e Bibionidae. Entre os grupos taxonômicos componentes do solo utilizados como indicadores da qualidade ambiental, destacam-se também as formigas, por apresentarem muitos dos fatores exigidos aos bioindicadores (MAJER, 1983).

Componente da macrofauna edáfica, a ordem Coleoptera, constitui-se como o grupo com maior número de espécies, em nível mundial e no Brasil, com 350 mil e 30 mil espécies, respectivamente, vivendo tanto no solo, na serapilheira como acima do solo. Deste total, contendo espécies que apresentam alguma fase de vida associada ao solo ou a serapilheira, destacam-se as famílias Carabidae, Elateridae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Histeridae, Chrysomelidae, Cerambycidae e Tenebrionidae (BROWN et al., 2015).

Silva e Silva (2011) destacam para a ordem Coleoptera, as famílias Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae e Scarabaeidae (*stricto sensu*), por constituírem-se como

importantes bioindicadores da qualidade e degradação ambiental, de forma que podem ser utilizadas em diferentes ecossistemas, pelas funções que desempenham no ambiente, bem como por sua estreita relação com o mesmo, além de apresentarem sensibilidade às mudanças ambientais.

Nesse sentido, estudos realizados em áreas com diferentes usos do solo indicam que a diversidade de coleóptera presente no solo pode estar associada, entre outros fatores, com a maior diversidade de recursos alimentares (NUNES; ARAÚJO FILHO; MENEZES, 2009); com a disponibilidade de matéria orgânica (MARQUES et al., 2014); aos efeitos da fragmentação florestal (CAJAIBA; SILVA, 2015); e a uma maior diversidade vegetal (GARLET et al., 2015).

1.2.4 Artrópodos associados à noqueira-pecã

1.2.4.1 Espécies nocivas

De acordo com Duarte e Ortiz (2001), os problemas da noqueira-pecã no país são similares aos apresentados em outros locais no mundo com clima úmido. Assim, esse item trata das principais espécies-praga encontradas na América do Norte, e a fauna de artrópodos e insetos-praga associados à noqueira-pecã no Brasil e no Rio Grande do Sul. Destaca-se que uma consulta rápida das espécies-praga da noqueira-pecã, nas regiões citadas, pode ser realizada junto ao APÊNDICE A.

Para América do Norte, mais precisamente para os Estados Unidos da América, principal produtor de noz-pecã (INC, 2013), Thompson e Conner (2012) listam quatro espécies de ácaros fitófagos e 52 espécies de insetos-praga da noqueira-pecã. A lista é complementada por Osburn et al. (1963), com 21 espécies de insetos-praga e uma de ácaro, ainda por Solomon e Payne (1986), que citam 19 espécies de insetos-praga e por fim, por Ree e Knutson (1997), com 36 espécies de insetos-praga e uma de ácaro, para a noqueira-pecã. Assim, na Tabela 1.1 são apresentadas as espécies-praga da noqueira-pecã e a caracterização dos seus danos.

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continua)

Ordens de Acari: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Trombidiformes: Eriophyidae	<i>Aceria caryae</i> Keifer, 1939^{3,4} Os ácaros desta espécie causam manchas foliares ou descoloração das folhas, causando o enrolamento das bordas das folhas atacadas (CASTAGNOLI; OLDFIELD, 1996).
Trombidiformes: Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes, 1939)⁴ O dano ocasionado pela espécie é visível em ambas as faces das folhas, sendo os danos mais velhos caracterizados pelo escurecimento da área danificada e em alguns casos, deformações nas folhas. Os sintomas são observados na primavera, verão e outono (DENMARK; FASULO, 2012).
Trombidiformes: Tetranychidae	<i>Eotetranychus hicoriae</i> (McGregor, 1950)^{1,3,4} Os ácaros dessa espécie se alimentam na parte abaxial das folhas, sugando a seiva da planta, causando manchas marrons irregulares nas folhas infestadas. As infestações ocorrem, primeiramente, ao longo da nervura central da folha, sendo que as folhas danificadas apresentam coloração avermelhada ou queimada. Grandes infestações podem resultar na queda das folhas, principalmente quando a planta apresenta estresse hídrico (KNUTSON; REE; MUEGGE, 2010).
	<i>Oligonychus viridis</i> (Banks, 1894)⁴ Ácaros dessa espécie atacam preferencialmente a face abaxial da folha de noqueira-pecã e na medida em que a população aumenta movem-se para a face adaxial. Indivíduos dessa espécie danificam as folhas causando o envelhecimento, aspecto de queima e consequente desfolhamento. As folhas podem apresentar aparência distorcida quando a infestação ocorrer em folhas jovens em crescimento (JOHNSON; LYON, 1994).
Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Coleoptera: Bostrichidae	<i>Xylobiops basilaris</i> (Say, 1823)^{1,2,4} Os insetos desta espécie abrem galerias nos galhos e pequenos ramos causando a murcha e a morte. Atacam plantas de noqueira-pecã severamente estressadas, morrendo ou recentemente mortas. Troncos de árvores saudáveis que crescem nas proximidades de árvores altamente infestadas são ocasionalmente atacados. (SOLOMON; PAYNE, 1986).

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Coleoptera: Buprestidae	<p><i>Agrilus arcuatus</i> (Say, 1825)² Os insetos desta espécie anelam galhos, ramos e partes apicais das árvores de noqueira-pecã, com diâmetros variando entre 8 a 40 mm e comprimento de 0,5 a 2,5 m, para ovipositarem. O ataque ocorre na primavera quando há a emergência dos adultos. Infestações severas com quebra de muitos galhos em árvores adultas resultam na redução da produção de nozes e falta de simetria das árvores (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Chrysobothris femorata</i> (Olivier, 1790)^{1,3,4} O inseto geralmente ataca árvores que foram recentemente transplantadas ou que entraram em senescência. A injúria resulta na abertura de galerias que as larvas fazem na casca e na região do câmbio. Árvores de todos os tamanhos podem ser atacadas; aquelas com cinco centímetros ou menos de diâmetro podem ser aneladas e mortas e as árvores maiores podem ficar debilitadas e com cicatrizes (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
Coleoptera: Cerambycidae	<p><i>Anelaphus parallelus</i> (Newman, 1840) e <i>Anelaphus villosus</i> (Fabricius, 1793)^{2,3,4} As larvas dos insetos desta espécie abrem galerias nos caules deixando apenas a casca intacta, no final do verão, cortam ou podam galhos e pequenos ramos. As podas dos galhos diminuem a área de frutificação, comprometendo a produção de nozes, além disso, árvores jovens podem ficar deformadas. Durante o verão, outono e inverno são encontrados galhos cortados de 8 à 20 mm de diâmetro e de 20 à 90 cm de comprimento (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Goes pulcher</i> (Haldeman, 1847)² Após eclodirem dos ovos, as larvas desta espécie chegam ao albarno das plantas formando galerias. Troncos de árvores de noqueira-pecã são comumente atacados entre 1,5 a 2,3 m acima da linha do solo, ocasionalmente ataques podem ocorrer a uma altura de 4,8 m. Orifícios realizados pelas coleobrocas e as manchas causam a degradação da madeira e comprometem sua produção (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Knolliana cincta</i> (Drury, 1773)⁴ A espécie realiza a oviposição no verão, abaixo da casca ou diretamente na madeira derrubada recentemente, em árvores morrendo ou já mortas. As larvas alimentam-se sob a casca durante o verão, formam galerias na madeira e ejetam excremento através de orifícios na casca. Assim, o uso a madeira fica comprometido (VAN DRIESCHE et al., 2013).</p>

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Coleoptera: Cerambycidae	<p><i>Oncideres cingulata</i> (Say, 1826)^{1,2,3,4} As fêmeas desta espécie anelam galhos de plantas de noqueira-pecã para ovipositarem. Os galhos possuem diâmetro variando entre 6 a 12 mm, ocasionalmente 18 mm, e de 30 a 60 cm de comprimento. Após o anelamento, os galhos atacados caem ou ficam pendurados na árvore. O anelamento dos galhos faz com que a produção de nozes do ano seguinte seja reduzida, além da lesão causada na planta afetar a simetria da árvore, causando ramificações (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Prionus imbricornis</i> (Linnaeus, 1767) e <i>Prionus laticollis</i> (Drury, 1773)^{2,4} O dano ocorre a partir da alimentação das larvas, ligado a destruição das raízes. As larvas alimentam-se em primeiro lugar da casca da raiz e em seguida entram na madeira, escavando as raízes grandes e muitas vezes cortando-as. Árvores em crescimento e adultas e aquelas enfraquecidas por doenças, estresse hídrico, danos mecânicos ou condições do solo são as mais suscetíveis ao ataque pela espécie. Árvores jovens e vigorosas também podem ser atacadas e ocasionalmente, cortadas na área do coleto. Danos graves às raízes resultam em crescimento reduzido, péssima colheita de nozes e eventual morte da árvore (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Psyrassa unicolor</i> (Randall, 1838)^{2,3} Ramos são podados pelas larvas e caem no chão, durante a primavera. Ramos removidos possuem diâmetros variando de 10 à 50 mm e 0,6 à 3,6 m de comprimento. Galhos podados geralmente caem livres ao solo, raramente ficam pendurados na árvore. O corte é realizado a partir do interior do galho pela larva, que realiza um corte uniformemente liso e circular na madeira, deixando apenas a casca intacta. A poda dos ramos diminui a área de frutificação (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
Coleoptera: Curculionidae	<p><i>Conotrachelus anaglypticus</i> (Say, 1831)⁴ As fêmeas desta espécie fazem perfurações rasas com seus bicos nas cascas dos frutos imaturos, depositando um único ovo por fruto. Os ovos eclodem em quatro a cinco dias e as larvas se alimentam por 10 a 14 dias. As perfurações e a alimentação larval causam exsudação de seiva marrom na casca do fruto, no orifício de entrada, também ocorre a queda prematura das nozes. Após esse período, as larvas saem do fruto para puparem no solo. O adulto emerge quatro semanas mais tarde, a espécie produz uma geração ao ano (SMITH; O'DAY, 1995).</p>

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Coleoptera: Curculionidae	<p data-bbox="510 456 1675 496"><i>Conotrachelus aratus</i> (Germar, 1824)^{1,2,3,4} e <i>Conotrachelus pecanae</i> Buchanan, 1947^{1,4}</p> <p data-bbox="510 501 2089 719">Os danos são provenientes da alimentação, tanto de adultos quanto das larvas. Os danos mais severos são causados pela abertura de galerias por larvas no interior de brotos novos e pecíolos das folhas, o que resulta na perda prematura das folhas e enfraquecimento ou morte das brotações que darão origem as nozes. As perdas apicais em árvores jovens destinadas à produção de madeira podem resultar em bifurcações e desenvolvimento assimétrico do tronco. Danos foram verificados em ramos e brotos de plantas jovens enxertadas em viveiros. Infestações graves são encontradas em árvores não manejadas ou em pomares adjacentes às florestas nativas de noqueira-pecã (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p data-bbox="510 735 1048 775"><i>Conotrachelus hicoriae</i> Schoof, 1942^{1,3,4}</p> <p data-bbox="510 780 2089 922">O dano é caracterizado por furos causados pelos adultos, tanto para a alimentação quanto para postura dos ovos; e também pela alimentação das larvas no interior das nozes que empurram a seiva para os orifícios de entrada, resultando em depósitos de um líquido de coloração castanha e pegajoso no exterior da noz. As nozes atacadas, geralmente abortam e soltam-se da árvore cerca de duas semanas depois de terem sido perfuradas (HALL, 2005).</p>
	<p data-bbox="510 938 920 978"><i>Curculio caryae</i> Horn, 1873^{1,4}</p> <p data-bbox="510 983 2089 1161">Os adultos desta espécie podem causar dois tipos de danos as nozes, dependendo da fase de desenvolvimento do fruto durante o ataque. O primeiro consiste na alimentação de nozes pelos adultos, antes da fase aquosa, ou seja, na fase antes do endurecimento da casca, resultando no escurecimento e queda prematura dos frutos. O segundo tipo de dano é causado pela alimentação das larvas da espécie de amêndoas parcialmente amadurecidas. As larvas alimentam-se das amêndoas por cerca de 30 dias e depois saem para pupar no solo. O ciclo de vida é de dois a três anos (SMITH; O'DAY, 1995).</p>
	<p data-bbox="510 1177 936 1217"><i>Platypus compositus</i> Say, 1824²</p> <p data-bbox="510 1222 2089 1401">Conhecidos como “besouros da ambrosia”, insetos dessa espécie raramente atacam árvores saudáveis e vigorosas; seus ataques são em grande parte limitados a árvores com algum estresse. As galerias são realizadas pelos besouros através da casca diretamente para o alburno até o cerne, expelindo uma serragem fibrosa pelo orifício de entrada. Grandes infestações favorecem a entrada de outros organismos, que podem causar a morte das árvores. Os orifícios e as manchas associadas degradam a madeira, prejudicando a produção da madeira serrada (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Coleoptera: Curculionidae	<p><i>Scolytus quadrispinosus</i> Say, 1824² Os danos ocorrem pela alimentação das gemas terminais, e as galerias abertas em troncos e galhos grandes para fins de reprodução destes insetos. Os adultos recém emergidos alimentam-se de galhos da copa da árvore, formando galerias alimentares concentradas, principalmente, próximo das gemas axilares e bases das folhas. Os danos mais graves são resultantes das galerias de reprodução localizadas nos troncos. A superfície da madeira que fica protegida pela casca é gravada com desenhos em formato de centopeia, com galerias verticais amplas. A folhagem das árvores infestadas torna-se avermelhada semanas após o ataque e marrom quando a árvore sucumbe (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Xyleborus spp.</i>^{2,4} Conhecidos como "besouros da ambrosia", esses insetos raramente atacam árvores saudáveis. Seus ataques se concentram em árvores estressadas. O dano se caracteriza pela abertura de galerias pelos insetos adultos através da casca diretamente no alburno, apresentando serragem granulada na parte exterior do orifício de entrada. Galerias ativas são mantidas livres da serragem e possuem cor clara, enquanto que as galerias desocupadas estão manchadas de preto, devido a presença de fungos. Os danos causados degradam a madeira e servem de entrada para agentes de doenças que podem causar a morte da árvore e inviabilizando a produção de madeira serrada (SOLOMON; PAYNE, 1986).</p>
	<p><i>Xylosandrus crassiusculus</i> (Motschulsky, 1866)³ As infestações pela espécie iniciam após o acasalamento, quando as fêmeas abrem orifícios no tronco ou nos galhos principais das plantas. Ao infestarem a árvore para a construção de galerias, as fêmeas inoculam um fungo na galeria. Durante a abertura das galerias, as fêmeas empurraram para fora a serragem formando projeções no formato de "palitos de dente". Os sintomas iniciais incluem essas projeções e a murcha de folhas novas (REE; KNUTSON, 1997).</p>
Coleoptera: Scarabaeidae	<p><i>Phyllophaga spp.</i>^{1,3,4} Danos de <i>Phyllophaga</i> spp. ocorrem tanto pelos indivíduos adultos, quanto pelas larvas. Os adultos alimentam-se das folhas à noite e seus danos são irregulares e quando as populações são altas, as árvores podem ser fortemente desfolhadas. Já as larvas alimentam-se de raízes no solo, geralmente os danos por larvas ocorrem em viveiros florestais (VAN DRIESCHE et al., 2013).</p>

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta:	Espécies e caracterização do dano
Famílias	
Hemiptera: Auchenorrhyncha, Cicadidae	<i>Magicicada septendecim</i> (Linnaeus, 1758)⁴ Essa espécie de cigarrinha deposita de 25 a 30 ovos em galhos de noqueira-pecã. O dano causado pela espécie ocorre da lesão significativa e a morte dos pequenos ramos por conta dos cortes feitos para oviposição. Em árvores jovens uma infestação severa pode ser prejudicial (VAN DRIESCHE et al., 2013).
Hemiptera: Auchenorrhyncha, Clastopteraidae	<i>Clastoptera achatina</i> Germar, 1839^{1,3,4} e <i>Clastoptera obtusa</i> (Say, 1825)^{3,4} Grupos de ninfas destas espécies de cigarrinhas são encobertos de uma massa branca, espumosa, semelhante a saliva. As ninfas sugam a seiva do pecíolo das folhas e hastes que sustentam os frutos da noqueira-pecã. Esses insetos são comumente encontrados na primavera e por vezes no meio do verão. Infestações severas podem danificar os brotos terminais, reduzindo a produção de nozes (ARNET et al., 1981).
Hemiptera: Heteroptera, Coreidae	<i>Acanthocephala femorata</i> (Fabricius, 1775)³, <i>Leptoglossus phyllopus</i> (Linnaeus, 1767)^{1,3,4} e <i>Leptoglossus oppositus</i> (Say, 1832)⁴ Essas espécies alimentam-se da seiva dos frutos de noqueira-pecã, através da inserção do estilete. A saliva desses percevejos contém uma secreção tóxica, que danifica o tecido vegetal. A perfuração pelo estilete resulta em pontos pretos que atribuem um gosto amargo nas amêndoas formadas (OSBURN et al., 1963; REE; KNUTSON, 1997; KUHAR; JENRETTE; DOUGHTY, 2010).
Hemiptera: Heteroptera, Miridae	<i>Lygocoris caryae</i> (Knight, 1917)³ e <i>Plagiognathus caryae</i> Knight, 1923³ Embora os adultos e ninfas de ambas as espécies sejam comumente encontradas em brotos terminais e nozes em desenvolvimento, perfurando e sugando a seiva, nenhum dano econômico significativo pode ser atribuído a uma ou outra espécie (REE; KNUTSON, 1997).
	<i>Orthotylus ramus</i> Knight, 1927^{3,4} As fêmeas dessa espécie ovipositam em caules de noqueira-pecã, no período de crescimento vegetativo da espécie, deixando pequenas áreas descoloridas abaixo da casca. Em média, são encontradas 18,8 cicatrizes de oviposição por brotação. A partir da avaliação de infestações severas, têm sido verificadas reduções diretas no rendimento das plantas e no aumento da incidência de doenças, propiciadas pelas lesões ocasionadas pelos insetos (REE; KNUTSON, 1997).

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae	<p data-bbox="510 459 2094 533"><i>Acrosternum hilare</i> (Say, 1832)³, <i>Chlorochroa ligata</i> (Say, 1832)³, <i>Euschistus servus</i> (Say, 1832)^{3,4} e <i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)^{1,3,4}</p> <p data-bbox="510 539 2094 683">Os adultos dessas espécies perfuram os frutos de noqueira-pecã com seu estilete. A alimentação pelos percevejos adultos ocorre antes do endurecimento da casca e faz com que as nozes sejam abortadas. Após o endurecimento da casca das nozes são encontrados pontos pretos nas amêndoas, no local onde foi perfurado pelo estilete. As amêndoas contendo esses pontos pretos possuem gosto amargo e são consideradas intragáveis (REE; KNUTSON, 1997).</p>
Hemiptera: Sternorrhyncha, Aphididae	<p data-bbox="510 699 987 734"><i>Longistigma caryae</i> (Harris, 1841)⁴</p> <p data-bbox="510 740 2094 884">Durante os meses do final do verão e outono, os pulgões dessa espécie ao se alimentarem da seiva das folhas da noqueira-pecã, excretam grandes quantidades de um líquido claro pegajoso, chamado de "honeydew". Logo, a fumagina, que é de coloração cinza-escuro começa a crescer no "honeydew". Assim, a fumagina causa danos indiretos às plantas, pois bloqueia a luz solar e interrompe a fotossíntese, contribuindo para a redução do vigor da planta (DENMARK, 2014).</p> <p data-bbox="510 900 1088 935"><i>Melanocallis caryaefoliae</i> (Davis, 1910)^{1,3,4}</p> <p data-bbox="510 941 2094 1126">Essa espécie de pulgão-preto é considerada a mais prejudicial para a noqueira-pecã, pois até uma baixa densidade pode resultar em desfolha durante o final do verão e início do outono. A alimentação dos adultos e imaturos produz áreas amarelas angulares sobre as folhas, entre as nervuras. As áreas amareladas, que mais tarde se transformam em marrons, estão confinadas pelas nervuras dando ao dano uma aparência angular retangular. Esta característica pode ser usada para distinguir danos provocados pelo pulgão-preto, de doenças ou de problemas nutricionais (REE; KNUTSON, 1997).</p>
	<p data-bbox="510 1139 1464 1174"><i>Monellia caryella</i> (Fitch, 1855)^{3,4} e <i>Monelliopsis pecanis</i> Bissell, 1983^{3,4}</p> <p data-bbox="510 1181 2094 1401">Adultos e imaturos de ambas as espécies de pulgão-amarelo da noqueira-pecã, alimentam-se principalmente, na parte abaxial da folha. Adultos e imaturos consomem a seiva das folhas e excretam uma substância doce e pegajosa conhecida como "honeydew". A alimentação por populações elevadas pode danificar o sistema vascular das folhas e remover os nutrientes das plantas. O "honeydew" que cobre as folhas favorece o crescimento da fumagina, que interfere na capacidade fotossintética da folha (REE; KNUTSON, 1997), causando assim, a perda de vitalidade nas árvores de noqueira-pecã e redução do tamanho e no peso das nozes em árvores infestadas (BERG, 1995).</p>

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta:	Espécies e caracterização do dano
Famílias	
Hemiptera:	<i>Melanaspis obscura</i> (Comstock, 1881)^{3,4}
Sternorrhyncha,	As cochonilhas-com-escudo sugam a seiva dos troncos e ramos da planta de noqueira-pecã. Árvores infestadas apresentam menor vigor e estão mais suscetíveis a perfuração da madeira por outros insetos. Os galhos infestados com até 7,6 cm de diâmetro podem ser mortos. Ramos maiores podem ficar enfraquecidos, limitando a produção de nozes (REE; KNUTSON, 1997).
Diaspididae	
Hemiptera:	<i>Phylloxera devastatrix</i> Pergande, 1904^{1,3,4}
Sternorrhyncha,	Os insetos dessa espécie induzem galhas em caule, ramos, pecíolos e a nervura média das folhas e nas nozes de noqueira-pecã, produzindo uma geração de galhas ao ano (STOETZEL, 1985a).
Phylloxeridae	
	<i>Phylloxera notabilis</i> Pergande, 1903^{3,4}
	As galhas causadas por <i>P. notabilis</i> possuem formato ovoide a globular, são de coloração verde na parte superior e avermelhadas na parte inferior das folhas, ao lado da nervura central ou ao lado das nervuras secundárias das folhas. A abertura da galha é marcada por um bico central. As galhas se formam, principalmente, em folhas jovens e são mais frequentemente encontradas em mudas. Em um ano podem ocorrer de três a cinco gerações (WHITEHEAD; EASTEP, 1937; STOETZEL, 1985a). Ao induzir as galhas, a filoxera causa o desvio de recursos da função metabólica normal, interferindo no estado nutricional e na capacidade fotossintética do tecido foliar (ANDERSEN; MIZELL, 1987).
	<i>Phylloxera russellae</i> Stoetzel, 1981⁴
	Os insetos formam galhas na superfície das folhas, entre as nervuras secundárias. As galhas são circulares e achatadas e tem um padrão reticulado semelhante ao do tecido do entorno. A espécie produz apenas uma geração por ano (STOETZEL, 1985b).
	<i>Phylloxera texana</i> Stoetzel, 1981⁴
	Essa espécie produz apenas uma geração de galhas por ano na superfície das folhas. As galhas são amarelas-esverdeadas e muito grandes, com a porção globular da galha na parte abaxial das folhas (STOETZEL, 1985b).

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta:	Espécies e caracterização do dano
Famílias	
Hymenoptera:	
Tenthredinidae	<i>Periclista marginicollis</i> (Norton, 1861) ^{3,4}
Xyelidae	<i>Megaxyela major</i> (Cresson, 1880) ^{3,4} As duas espécies de vespas são bastante comuns em plantas de noqueira-pecã. As larvas de <i>P. marginicollis</i> alimentam-se na parte abaxial da folha durante a primavera, deixando pequenos orifícios. Enquanto que as larvas de <i>M. major</i> , consomem toda a folha (REE; KNUTSON, 1997).
Isoptera:	<i>Reticulitermes flavipes</i> (Kollar, 1837) ⁴
Rhinotermitidae	Os cupins dessa espécie atacam as raízes de mudas de noqueira-pecã e, na parte aérea, é verificado o amarelecimento das folhas seguido de necrose foliar, escurecimento e secagem, com consequente mortalidade das mudas (AFFELTRANGER; SOLOMON; VORWERK, 1987).
Lepidoptera:	<i>Hyphantria cunea</i> Drury, 1773 ^{1,3,4}
Arciidae	O dano é causado pela alimentação de folhas pelas lagartas da espécie, que possuem hábito gregário e ficam protegidas por teias de seda. Um elevado número de teias em árvores reduz a produção de nozes, mas não causa a mortalidade. Em pomares comerciais, um elevado número de teias por árvore raramente ocorrem (REE; KNUTSON, 1997).
Lepidoptera:	<i>Coleophora laticornella</i> (Clemens, 1860) ^{3,4}
Coleophoridae	Os danos ocorrem quando as lagartas alimentam-se dos brotos e folhas da noqueira-pecã, no início da primavera e no verão. Geralmente, os danos não são significativos (REE; KNUTSON, 1997).
Lepidoptera:	<i>Cossula magnifica</i> (Strecker, 1876) ^{2,4}
Cossidae	As larvas dessa espécie abrem galerias na madeira para alimentarem-se. Os ataques concentram-se em torno da área basal, a cerca de 1,2 m do solo. A espécie demonstra preferência por árvores com 8 a 31 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). O ataque pode ser percebido quando há pequenos orifícios de entrada circular (6 mm) no tronco, com presença de excrementos e manchas de seiva na casca. Repetidos ataques podem reduzir o vigor da planta e servir de entrada para outros organismos (SOLOMON; PAYNE, 1986).

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(continuação)

Ordens de Insecta:	Espécies e caracterização do dano
Famílias	
Lepidoptera:	<i>Catocala maestosa</i> Hulst, 1884^{3,4} e <i>Catocala</i> spp.^{3,4}
Erebidae	As lagartas alimentam-se das folhas, durante a primavera. O dano econômico é raramente observado em pomares manejados (REE; KNUTSON, 1997).
Lepidoptera:	
Gracillariidae,	<i>Cameraria caryaefoliella</i> (Clemens, 1869)^{3,4}, <i>Phyllonorycter caryaebella</i> (Chambers, 1871)^{3,4}
Nepticulidae	<i>Stigmella juglandifoliella</i> (Clemens, 1861)^{3,4} As larvas dessas espécies alimentam-se do tecido foliar. Os túneis formados pelas larvas minadoras de <i>S. juglandifoliella</i> são aleatórios e sinuosos, enquanto que as larvas minadoras de <i>C. caryaefoliella</i> e de <i>P. caryaebella</i> fazem grandes minas. Minas individuais não mostram-se prejudiciais para a árvore, mas infestações severas podem causar desfolhamento (REE; KNUTSON, 1997).
Lepidoptera:	<i>Datana integerrima</i> Grote & Robinson, 1866^{1,3,4}
Notodontidae	O dano é causado por um grande número de lagartas que causam desfolha. Dependendo do tamanho da árvore, várias colônias podem desfolhar completamente a copa (REE; KNUTSON, 1997).
	<i>Schizura unicornis</i> (Smith, 1797)³ Os danos são provenientes do consumo das folhas pelas lagartas da espécie. Após eclodirem dos ovos as lagartas em grupos, alimentam-se de folhas da noqueira, porém depois de um tempo se dispersam. As lagartas grandes consomem toda a folha, sendo assim, infestações severas podem causar desfolha nas plantas de noqueira-pecã (REE; KNUTSON, 1997).
Lepidoptera:	<i>Acrobasis caryivorella</i> Ragonot, 1887^{2,4}
Pyralidae	As larvas de primeiro instar dessa espécie, alimentam-se de nozes da noqueira-pecã. As larvas da geração seguinte escavam o interior das nozes e em seguida pupam, também no interior das nozes (SOLOMON; PAYNE, 1986).
	<i>Acrobasis juglandis</i> Le Baron, 1872^{1,2,3,4} Na primavera, as larvas da espécie alimentam-se de brotos e folhas novas de noqueira-pecã. Infestações severas podem manter uma árvore desfolhada durante semanas (REE; KNUTSON, 1997).

Tabela 1.1 – Caracterização dos danos das principais espécies de ácaros e insetos consideradas pragas da noqueira-pecã na América do Norte.

(conclusão)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Lepidoptera: Pyralidae	<i>Acrobasis nuxvorella</i> Neunzig, 1970^{2,3,4} Antes do endurecimento da amêndoa, as larvas da espécie abrem galerias nas nozes para se alimentarem. Depois do endurecimento da amêndoa, a formação de galerias é restrito à casca. Infestações são caracterizadas pela presença de excrementos e teias ao redor das nozes infestadas (REE; KNUTSON, 1997).
	<i>Euzophera semifuneralis</i> (Walker, 1863)^{2,4} A espécie ataca árvores sem vigor. Os danos são provenientes da alimentação do câmbio, resultando às vezes em anelamento e/ou morte de plantas pequenas. Ataca o tecido de calo de plantas recém enxertadas (REE; KNUTSON, 1997).
Lepidoptera: Saturniidae	<i>Citheronia regalis</i> (Fabricius, 1793)⁴ As lagartas dessa espécie alimentam-se de folhas de noqueira-pecã por um período de 37 a 42 dias, terminando seu estágio larval no final do verão. Os insetos pupam no solo (SHETLAR; BLOETSCHER, 2011).
Lepidoptera: Sesiidae	<i>Synanthedon scitula</i> (Harris, 1839)^{2,4} Os danos resultam da alimentação das larvas dessa espécie, logo abaixo da casca exterior, no floema e no câmbio. Ramos individuais e até mesmo árvores jovens podem ser completamente anelados e mortos, mas na maioria das vezes o caule é a única parte anelada. Árvores com baixo vigor são mais suscetíveis aos ataques (SOLOMON; PAYNE, 1986).
Lepidoptera: Tortricidae	<i>Cydia caryana</i> (Fitch, 1856)^{3,4} As larvas desta espécie abrem galerias nas nozes em desenvolvimento, antes do endurecimento da casca interferindo na disponibilidade de água e nutrientes para a amêndoa. Infestações severas podem resultar em baixo peso da amêndoa e cicatrizes na casca das nozes e podem não abrir corretamente na queda (REE; KNUTSON, 1997).
	<i>Gretchena bolliana</i> (Slingerland, 1896)^{1,3,4} Esse inseto é prejudicial em viveiros de noqueira-pecã. As larvas se alimentam de brotos terminais e das folhas das mudas, assim a destruição do broto terminal faz com que as mudas de ramifiquem (REE; KNUTSON, 1997).

Fonte: Revisão realizada e organizada pelo autor (2016), da seguinte forma: ¹ Espécies de insetos-praga e ácaro da noqueira-pecã listadas Osburn et al. (1963); ² Espécies de insetos-praga da noqueira-pecã listadas por Solomon e Payne (1986); ³ Espécies de insetos-praga e ácaros da noqueira-pecã listadas por Ree e Knutson (1997); ⁴ Espécies de insetos-praga e ácaros da noqueira-pecã listadas por Thompson e Conner (2012).

Para o Brasil, Gallo et al. (2002) relacionam seis espécies de insetos nocivos para a cultura da noqueira-pecã. Enquanto que, Link e Costa (1989) descreveram 11 espécies de insetos ocorrendo associados à cultura da noqueira-pecã, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, destas, cinco espécies de insetos podem ser consideradas pragas da cultura. Fronza, Poletto e Hamann (2013), apresentam sete espécies e os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* como principais espécies-praga na noqueira-pecã. Para o estado do Rio Grande do Sul, no município de Cachoeira do Sul também é registrada a ocorrência de *Phylloxera notabilis* Pergande, 1903 (Hemiptera, Phylloxeridae) (SILVA-SOUSA; STOETZEL; ORTIZ, 2002) (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 – Caracterização dos danos das espécies-praga da noqueira-pecã relatadas no Brasil e no Rio Grande do Sul.

(continua)

Ordens de Insecta:	Espécies e caracterização do dano
Famílias	
Coleoptera:	<i>Acanthoderes jaspidea</i> (Germar, 1824)²
Cerambycidae	A fêmea desta espécie deposita um ovo no ramo e em seguida anela o mesmo abaixo da postura, em direção ao tronco, fazendo com que o ramo ovipositado seque rapidamente, tornando-o ideal para o desenvolvimento larval (GALLO et al., 2002).
	<i>Oncideres dejeani</i> (Thomson., 1868)⁴
	A fêmea desta espécie anela os galhos para ovipositar, pois as larvas necessitam da madeira recém-morta para se desenvolverem e atingir a fase de pupa, que ocorre nas galerias. O ciclo completo do ovo até a fase adulta dura um ano, em casos especiais podem ocorrer duas gerações em um ano (COSTA; D'AVILA; CANTARELLI, 2014).
Coleoptera:	<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)¹
Chrysomelidae	Sem descrição de danos para a cultura da noqueira-pecã, porém, pode ser considerado inseto-praga em potencial, pois <i>D. speciosa</i> é uma espécie polífaga (LAUMANN et al., 2003).
Coleoptera:	<i>Naupactus cervinus</i> (Boh., 1840)^{2,4} e <i>Naupactus sp.</i>¹
Curculionidae	Os insetos adultos atacam as folhas das plantas de noqueira-pecã, enquanto as larvas alimentam-se das raízes (GALLO et al., 2002).
Diptera:	<i>Rhaphiorhynchus pictus</i> (Wied., 1821)^{2,4}
Pantophthalmidae	Os insetos desta espécie atacam as plantas de noqueira-pecã na fase larval, abrindo galerias na região lenhosa da madeira, podendo tornar as plantas improdutivas (GALLO et al., 2002).

Tabela 1.2 – Espécies de insetos associados a noqueira-pecã no Brasil e no Rio Grande do Sul e respectivos danos a cultura.

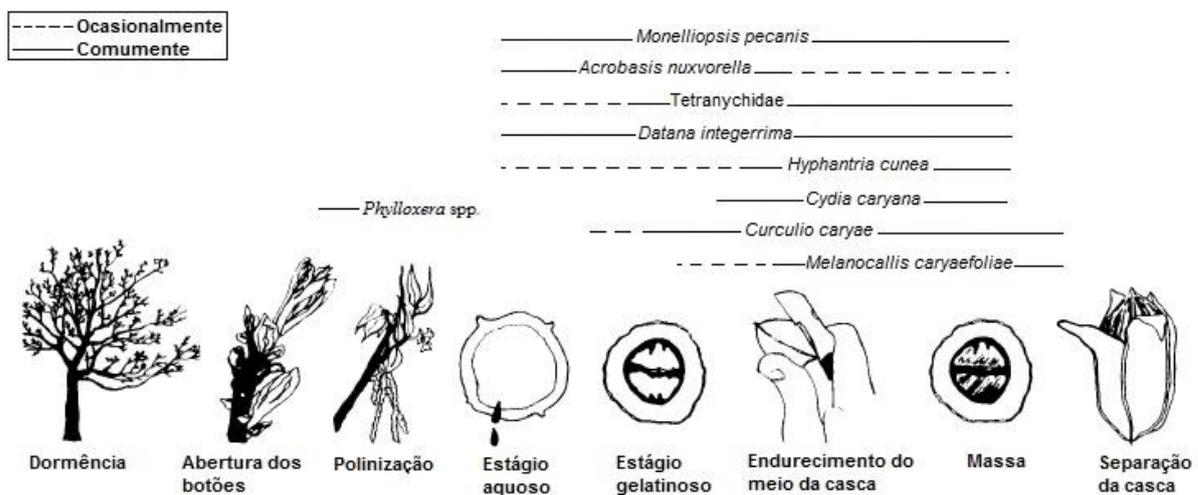
(conclusão)

Ordens de Insecta: Famílias	Espécies e caracterização do dano
Hemiptera: Auchenorrhyncha, Diaspididae	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (Targ.-Tozz, 1855) ^{2,4} Conhecida popularmente como cochonilha-branca, os insetos desta espécie vivem em colônias nos troncos e ramos das plantas de noqueira-pecã, sugando a seiva, podendo causar rachaduras quando o ataque é intenso, favorecendo o aparecimento de outros insetos e/ou doenças (GALLO et al., 2002).
Hemiptera: Auchenorrhyncha, Margarodidae	<i>Eurhizococcus brasiliensis</i> (Hempel, 1922) ^{2,4} Conhecida popularmente como pérola-da-terra, os insetos desta espécie vivem em colônias nas raízes nas plantas de noqueira-pecã. Em épocas de estiagens podem matar as plantas jovens pela interação inseto-fungo-bactérias (GALLO et al., 2002).
Hemiptera: Sternorrhyncha, Aphididae	<i>Monellia caryella</i> (Fitch, 1855) ⁴ Caracterização do danos, idem Tabela 1.1.
Hemiptera: Sternorrhyncha, Phylloxeridae	<i>Phylloxera devastatrix</i> Pergande, 1904 ¹ Caracterização dos danos, idem Tabela 1.1. <i>Phylloxera notabilis</i> Pergande, 1903 ^{1,3,4} Caracterização dos danos, idem Tabela 1.1.
Hymenoptera: Formicidae	<i>Acromyrmex spp.</i> e <i>Atta spp.</i> ⁴ Os danos por formigas cortadeiras em noqueira-pecã são mais severos na fase inicial de desenvolvimento, podendo causar desfolha total das plantas. Mudanças recém transplantadas possuem capacidade estimada de uma a duas rebrotas após a desfolha (FRONZA; POLETTO; HAMANN, 2013).
Lepidoptera: Stenomatidae	<i>Timocratica palpalis</i> (Zeller, 1877) ^{1,2} As larvas de <i>T. palpalis</i> broqueiam os ramos e o tronco de plantas de noqueira-pecã, abrindo galerias que são posteriormente fechadas com uma teia e excrementos de coloração marrom, causando o secamento dos ramos, o que pode levar a planta à morte (GALLO et al., 2002). De acordo com Link e Costa (1989) a espécie afeta as mudas e plantas jovens de noqueira-pecã de até cinco anos de idade.

Fonte: Revisão realizada e organizada pelo autor (2016), da seguinte forma: * Espécies-praga de noqueira-pecã relatadas para a América do Norte; ¹ Espécies de insetos associadas à noqueira-pecã em Santa Maria, RS, Brasil (LINK; COSTA, 1989); ² Insetos-praga que atacam noqueira-pecã no Brasil (GALLO et al., 2002); ³ Espécie-praga relatada ocorrendo em Cachoeira do Sul, RS, Brasil (SOUSA; STOETZEL; ORTIZ, 2002); ⁴ Principais espécies-praga do cultivo da noqueira-pecã (FRONZA; POLETTO; HAMANN, 2013).

Para Knutson, Ree e Muegge (2010), o desenvolvimento de muitas espécies-pragas da noqueira-pecã está estritamente, relacionado com o desenvolvimento sazonal das plantas, conforme demonstrado na Figura 1.1. Segundo os mesmos autores, embora a severidade dos danos não possam ser previstos com base na sazonalidade, os produtores devem monitorar o desenvolvimento das plantas de perto, a fim de auxiliar na predição de problemas com espécies-praga associadas à cultura.

Figura 1.1 – Perfil sazonal de ocorrência de algumas espécies-praga da noqueira-pecã.



Estágios de desenvolvimento da noqueira-pecã = Dormência: período compreendido entre a queda das folhas até a brotação; Abertura dos botões: caracteriza-se pela abertura dos botões e o começo da expansão das folhas; Polinização: os amentilhos liberam o pólen e os estigmas estão receptivos; Estágio aquoso: o interior da noz está preenchido com água; Estágio gelatinoso: o interior da amêndoa imatura está preenchido com uma substância gelatinosa; Endurecimento do meio da casca: pode-se sentir uma resistência ao realizar-se um corte transversal no meio da noz; Massa: a substância gelatinosa da amêndoa começa a se solidificar; Separação da casca: a casca começa a se separar, expondo a semente.

Fonte: Ree e Knutson (1997) e Knutson, Ree e Muegge (2010), adaptado pelo autor (2016).

1.2.4.2 Espécies benéficas e outras

Enquanto, entre os artrópodos benéficos para o cultivo da noqueira-pecã nos Estados Unidos (EUA), considerados inimigos naturais de espécies-praga da cultura, Ree e Knutson (1997), destacam entre os predadores, as espécies de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae): os adultos e larvas de *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 e de *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) que se alimentam de pulgões; adultos e larvas de *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), que se alimentam, principalmente, de pulgões, mas também de ovos de outros insetos e de pequenas lagartas; as espécies *Cycloneda munda* (Say, 1835), *Chilocorus stigma* (Say,

1835), *Coleomegilla maculata* (DeGreer, 1775) e *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758, que se alimentam, principalmente, de pulgões, exceto *Chilocorus* spp. que se alimentam de cochonilhas; adultos e larvas de *Scymnus (Pullus) loewii* Mulsant, 1850, que se alimentam de pulgões e ocasionalmente de ácaros. Para o Brasil, no estado Rio Grande do Sul, as espécies de joaninhas *Curinus coeruleus* (Mulsant, 1850) e também *O. v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae), são consideradas benéficas, por serem espécies predadoras de filoxeras (LINK; COSTA, 1989).

Segundo Ree e Knutson (1997), entre as espécies benéficas de dípteros destacam-se as larvas de *Allograpta obliqua* (Say, 1823) e *Eupeodes (Metasyrphus) americanus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Syrphidae), que se alimentam de pulgões, ovos de insetos e lagartas pequenas. Entre as espécies de percevejos, os autores destacam adultos e ninfas de: *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Heteroptera, Anthocoridae), que se alimentam de tripes, pulgões, lagartas pequenas e ovos de insetos; *Deraeocoris nebulosus* (Uhler, 1872) (Hemiptera: Heteroptera, Miridae), que se alimentam de insetos pequenos, ácaros, ovos de insetos e cochonilhas; *Podisus maculiventris* (Say, 1832), *Euthyrhynchus floridanus* (Linnaeus, 1767), *Stiretrus anchorago* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae), que se alimentam de lagartas, larvas e estágios imaturos de insetos; *Arilus cristatus* (Linnaeus, 1763), que se alimentam de pulgões e pequenas lagartas, e na medida que crescem alimentam-se de lagartas maiores e *Sinea spinipes* (Herrich-Schäffer, 1846) e *Zelus exsanguis* Stål, 1862 (Hemiptera: Heteroptera, Reduviidae), que se alimentam de lagartas, pulgões, outros insetos e aranhas. Ainda, segundo os autores, entre os himenópteros, destaca-se *Aphelinus perpallidus* Gahan, 1924 (Hymenoptera: Aphelinidae), espécie parasita de *M. pecanis* e *M. caryella*; e, *Vespula* spp. e *Polistes* spp. (Hymenoptera: Vespidae), que se alimentam de lagartas e outros insetos. Quanto aos neurópteros, os autores destacam: larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), *Chrysopa nigricornis* Burmeister, 1839 e *Chrysopa quadripunctata* Burmeister, 1839 (Neuroptera: Chrysopidae), que são predadoras de pulgões, ácaros e pequenas lagartas; as espécies *Hemerobius humulinus* Linnaeus, 1758, *Micromus posticus* (Walker, 1853) e *Sympherobius barberi* (Banks, 1903) (Neuroptera: Hemerobiidae), que se alimentam de adultos e imaturos de pulgões e ovos de outros insetos.

Entre os aracnídeos predadores, as “aranhas saltadoras” (Araneae: Salticidae) e as “aranhas caranguejos” (Araneae: Thomisidae), destacam-se por alimentarem-se de diferentes tipos de insetos, incluindo pulgões, lagartas e, ocasionalmente, de insetos benéficos (REE; KNUTSON, 1997).

Para o Rio Grande do Sul, Link e Costa (1989) citam outras espécies associadas ao cultivo da noqueira-pecã, porém, sem descrição de danos e/ou de características benéficas para a cultura, sendo elas: *Aphis* sp. (Hemiptera: Sternorrhyncha, Aphididae); *Sibine* sp. (Lepidoptera: Limacodidae); *Podalia* sp. (Lepidoptera: Megalopygidae) e por fim, *Psocus* sp. (Psocoptera: Psocidae).

1.2.5 Métodos de coleta de artrópodos

1.2.5.1 Coleta com armadilha de solo modelo “pitfall”

De acordo com Bignell et al. (2010), a meso e macrofauna presente na superfície do solo inclui organismos coletados com armadilhas de queda “pitfall” e extrator de Winkler. Assim, para capturar insetos que se deslocam na superfície do solo, um dos métodos de coleta passivo, consiste na instalação de armadilhas de queda, do tipo fossa ou “pitfall” (CARRANO-MOREIRA, 2015).

As armadilhas de queda do tipo “pitfall”, com ou sem isca, consistem em um meio efetivo para se coletarem amostras de macro e mesofauna, sendo vantajosa, pois podem ser direcionadas para animais ativos à noite. Há uma dominância, nesse método de grupos taxonômicos como coleópteros, formigas, ortópteros juvenis, miriápodes, aranhas e outros aracnídeos grandes (BIGNELL et al., 2010). Estudos comparativos de métodos de captura para formigas, sugerem uma maior riqueza de espécies encontrada para armadilhas de queda do tipo “pitfall” (SILVA, 2006; LOPES; VASCONCELOS, 2008; BOSCARDIN et al., 2013).

As armadilhas de queda são constituídas de um recipiente que é enterrado no solo, de maneira que a abertura fique ao nível da superfície, sendo preenchido um terço de sua capacidade com uma mistura de água e detergente para quebrar a tensão superficial. Podem-se utilizar também suportes segurando um protetor para evitar que a água da chuva, folhas e outros detritos, caem no seu interior, bem como uma tela sobre o frasco coletor. Os diâmetros de abertura dos recipientes utilizados para as armadilhas de solo tipo “pitfall” podem ser variáveis, mas a profundidade mínima deve ser de 10 cm. As armadilhas podem ter sua eficiência aumentada quando há a utilização de uma isca (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA; MARINONI, 2003).

1.2.5.2 Coleta com armadilhas adesivas

A utilização de armadilhas adesivas coloridas consiste em um método de coleta passiva, em que as cores atraem diferentemente os insetos, o amarelo, por exemplo, é uma isca forte para muitos himenópteros e dípteros (GULLAN; CRANSTON, 2012). Gaertner e Borba (2014), ao testarem armadilhas nas cores: verde, amarela, azul e branca, em alface hidropônica constataram que as armadilhas amarelas mostraram-se mais atrativas para *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae), enquanto que as azuis mostraram-se atrativas para *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae).

Guajará et al. (2004), ao testarem a atratividade de armadilhas adesivas da coloração branca, vermelha, azul e amarela, na captura de *Euphalerus clitoriae* (Hemiptera: Psyllidae), em árvores de *Clitoria fairchildiana* (Fabaceae), verificaram um número maior de adultos atraídos pelas armadilhas de cor amarela. Nesse sentido, para realizar o monitoramento de espécies de psilídeos em eucalipto, é recomendada a instalação de armadilhas adesivas amarelas, sendo que esse monitoramento deve ser contínuo e periódico. A partir do monitoramento é possível verificar as épocas de picos populacionais, ocorrência de inimigos naturais e outros fatores que afetam a população desses insetos (SANTANA, 2005).

Em teste realizado por Resende et al. (2007), com bandeja d'água amarela e a placa de plástico adesiva amarela, em casa de vegetação, os autores constataram que ambas apresentaram-se similares na captura semanal de pulgões alados, sendo adequadas para o monitoramento destes.

1.2.5.3 Coleta com rede de copa

A rede entomológica consiste em um método de coleta ativo. Também chamadas de puçás, as redes entomológicas são utilizadas para capturar insetos, principalmente, durante o voo. São constituídas por um aro de arame resistente de dimensões variáveis. Para esse tipo de rede o tamanho ideal do aro é de 40 cm de diâmetro e o saco deve ter 80 cm de comprimento e o cabo deve ser longo (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA; MARINONI, 2003). Segundo Gullan e Cranston (2012), para ser utilizada na batida da vegetação, como por exemplo, na copa de árvores, a rede utilizada deve ser mais robusta do que as utilizadas para interceptar o voo.

Costa (1986) testou sete métodos de coleta para artrópodos de copa em bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), dentre os quais, guarda-sol de praia, funil, rede de copa, rede de

varredura, guarda-chuva entomológico, ensacamento de copa e lona sobre o solo. O autor verificou ser a rede de copa o método mais adequado para levantamentos da fauna de artrópodos associados à copa de bracatinga.

Para amostragem de insetos em noqueira-pecã Gallardo et al. (2014), sugerem para a amostragem e determinação da flutuação populacional de insetos-praga em noqueira-pecã, além da utilização de armadilhas com feromônios para insetos específicos, a utilização de rede entomológica e amostragem direta nas folhas das árvores.

1.2.6 Influência das variáveis meteorológicas sobre os insetos

De acordo com Gallo et al. (2002), entre os principais fatores do ambiente que influenciam na distribuição e abundância de insetos estão: o tempo, a radiação, a temperatura, a umidade, a luz, o vento e o alimento, bem como a interação desses fatores entre si.

A temperatura influencia direta e indiretamente os insetos, diretamente, quando afeta seu desenvolvimento e comportamento, e indiretamente, quando afeta sua alimentação (SILVEIRA NETO et al., 1976). Segundo Gullan e Cranston (2012), a maioria dos insetos é pecilotérmica, com sua temperatura corporal variando mais ou menos diretamente de acordo com a temperatura do ambiente. Assim, quanto ao ajustamento de temperatura ao meio, são classificados como ciclotérmicos (acompanha a temperatura do ambiente na faixa de 10°C a 30°C); heliotérmicos (aumentam sua temperatura corporal utilizando-se dos raios solares); e por fim, quimiotérmicos (aumentam a temperatura do corpo através da atividade muscular) (SILVEIRA NETO et al., 1976).

A temperatura ótima se estabelece, em torno de 25 °C, correspondendo ao ponto de desenvolvimento mais rápido e que apresenta maior número de descendentes. A 38 °C tem-se a temperatura limiar máxima, e a 15 °C, a temperatura limiar mínima, sendo que esse intervalo (15 °C a 38 °C) é ideal para o desenvolvimento e as atividades dos insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976). Por isso, de acordo com Gullan e Cranston (2012), um aumento na temperatura em uma condição favorável, quando o alimento é ilimitado, acelera o metabolismo do inseto, aumentando a sua taxa de desenvolvimento. Os autores ressaltam que, cada espécie de inseto e cada estágio do ciclo de vida, podem se desenvolver em sua própria taxa com relação a temperatura. Nos trópicos úmidos e em regiões de clima temperado, a temperatura tende a caracterizar-se como um fator decisivo, influenciando no aparecimento de doenças e pragas agrícolas (AYOADE, 2004).

A umidade manifesta-se através da chuva, umidade do solo e umidade do ar (COSTA; D'AVILA; CANTARELLI, 2014). De acordo com Silveira Neto et al. (1976), a umidade do solo afeta diretamente os insetos edáficos e indiretamente os que vivem sobre as plantas. Já a umidade relativa do ar influencia os insetos de acordo com sua tolerância, podendo, então, essa influência ser dividida em dois grupos: A – insetos capazes de tolerar alta umidade e, nesse caso, tem-se apenas uma zona desfavorável seca, com umidade relativa entre zero e 40 %, e uma zona favorável úmida, de 40 a 100 %; B- insetos prejudicados pela umidade excessiva, existindo duas zonas desfavoráveis, a seca entre zero e 40% e a úmida entre 80 e 100 %, com uma faixa favorável entre 40 e 80 %. Nas faixas favoráveis, observa-se uma maior longevidade, fecundidade, velocidade de desenvolvimento e baixa mortalidade, ocorrendo o inverso nas faixas desfavoráveis.

Segundo Silveira Neto et al. (1976), a precipitação é uma das formas de manifestação da umidade que afeta o comportamento dos insetos. Ela tem ação mecânica direta sobre estes, que podem diminuir suas populações após precipitações com fortes intensidades. Chuvas prolongadas fazem com que os insetos recolham-se a suas habitações, podendo impedir a postura. As formigas saúvas, por exemplo, só realizam enxameamento e o voo nupcial após chuvas intensas, associadas à temperaturas elevadas (SILVEIRA NETO et al., 1976). Para Ayoade (2004), em ambientes áridos, semiáridos e subúmidos, um fator crítico para o aparecimento de doenças e pragas consiste na precipitação.

Nesse sentido, Araújo (2013), revisando a importância dos fatores temporais sobre insetos herbívoros observou que há padrões distintos para as diferentes guildas, assim, os insetos endófagos (galhadores e minadores), parecem ser mais dependentes de fenômenos de sincronia com suas plantas hospedeiras, enquanto que herbívoros de vida livre, por serem mais generalistas, apresentam-se condicionados aos períodos chuvosos, portanto, dependentes da sazonalidade.

REFERÊNCIAS

AFFELTRANGER, C. E.; J. SOLOMON, J. D.; VORWERK, M. P. Damage and Mortality to Pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) Seedlings by Subterranean Termites (*Reticulitermes flavipes* (Kollar)) in an Oklahoma Forest Nursery. **Tree Planter's Notes**, v. 38, n. 2, p. 28-30, 1987.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 88 p.

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

ANDERSEN, P. C.; MIZELL, R. F. Physiological Effect of Galls Induced by *Phylloxera notabilis* (Homoptera: Phylloxeridae). **Environmental Entomology**, v. 16, n. 1, p. 264-268, 1987.

ANDERSON, J. M. Spatiotemporal effects os invertebrates on soil processes. **Biology and Fertility**, v. 6, n. 3, p. 189-203, 1988.

ARAÚJO, E. A.; RIBEIRO, G. A. Impactos do Fogo sobre a Entomofauna do Solo em Ecosistemas Florestais. **Natureza & Desenvolvimento**, v. 1, p. 75-85, 2005.

ARAÚJO, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. **Revista da Biologia**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2013.

ARNET, J. D. et al. **Insect and Disease Identification Guide for IPM in the Southeast**. Athens: Universidade da Geórgia. Cooperative Extension Service Bulletin 849, 1981. 59 p.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 14^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 332 p.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul. Guia de identificação & interesse Ecológico. As principais espécies nativas Sul-Brasileiras**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2004. 204 p.

BAKER, J. B.; BROADFOOT, W. M. **A practical field method of site evaluation for eight important southern hardwoods**. New Orleans: USDA. Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1979. 31 p.

BARETTA, D. et al. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 5, n. 2, p. 108-117, 2006.

BERG, M. A. V. D. Biological control of the yellow pecan aphid, *Monelliopsis pecanis* (Hym.: Aphididae) on South Africa. In: The Sixth Conference of the Australasian Council on Tree and Nut Crops Inc. Lismore, 6., 1995, New South Wales. **Anais...** New South: ACONTAC, 1995.

BIGNELL, D. et al. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: UFLA, 2010. cap. 3, p. 79-128.

BOSCARDIN, J. et al. Métodos de captura para formigas em pré-plantio de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 361-370, 2013.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.134, de 16 de novembro de 1970 - Altera a sistemática de incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 nov. 1970. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del1134.htm>. Acesso em: 20 out. 2014.

BRASIL. Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966. Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1966. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5106.htm>. Acesso em: 20 out. 2014.

BROWN, G. G. et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L. M. et al. (Eds.) **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015. cap. 10, p. 122-154.

BUTCHER, J. W., SNIDER, R., SNIDER, R. J. Bioecology of edaphic collembola and acarina. **Annual Review of Entomology**, v. 16, p. 249-288, 1971.

CAJAIBA, R. L.; SILVA, W. B. Abundância e Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) de Solo em Fragmentos de Capoeira ao Entorno da Zona Urbana do Município de Uruará-PA, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 1, p. 30-37, 2015.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369 p.

CASTAGNOLI, M.; OLDFIELD, G. N. Other Fruit Trees and Nut Trees. In: LINDQUIST, E. E.; SABELIS, M.W.; BRUIN, J. (Eds.). **Eriophyoid Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control**. 6. Amsterdam, Elsevier, p. 543-560. 1996.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 1. Porto Alegre: Genesis, p. 197-225. 1999.

COSTA, E. C. **Artrópodes associados a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. 1986. 271 f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

COSTA, E. C.; D'AVILA, M; CANTARELLI, E. B. **Entomologia Florestal**. 3. ed. revista e ampliada, Santa Maria: Editora UFSM, 2014. 256 p.

DENMARK, H. A. **Giant Bark Aphid, *Longistigma caryae* (Harris) (Insecta: Hemiptera: Aphididae)**. FL 32611. Florida: IFAS Extension, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 2014. 2 p.

DENMARK, H. A.; FASULO, T. R. **Red and Black Flat Mite, A False Spider Mite, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae)**. 2012. 4 p. Disponível em:<<http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

DUARTE, V.; ORTIZ, E. R. N. Podridão de *Phytophthora* da amêndoa e da casca da noqueira pecan. In: LUZ, E. D. M. N. et al. (Ed.). **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas: Livraria e Editora Rural LTDA, 2001. cap. 18, p. 493-508.

FILIPPIN, I. L. **Viabilidade econômica do cultivo de noqueira pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo de nogueira-pecã**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, 2013. 301 p.

GAERTNER, C.; BORBA, R. S. Diferentes cores de armadilhas adesivas no monitoramento de pragas em alface hidropônica. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 4-11, 2014.

GALLARDO, H. F. et al. **Control biológico em plagas del nogal pecanero**. Torreón: [s.n.], 2014. 2 p. (Número 54).

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARLET, J. et al. Fauna de Coleoptera Edáfica em Eucalipto sob Diferentes Sistemas de Controle Químico da Matocompetição. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 239-248, 2015.

GATTO, D. A. et al. Características tecnológicas das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 121-131, 2008.

GUAJARÁ, M. et al. Resposta de *Euphalerus clitoriae* (Hemiptera: Psyllidae) a armadilhas adesivas de diferentes cores. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 117-120, 2004

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4. ed. Tradução Sonia Maria Marques. São Paulo: Roca, 2012. 480 p.

HALL, M. J. **Nut Curculio**. 2005, 3 p. Disponível em: <http://text.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/8F06C464-0B52-49A6-9B48-0FED8AA63394/15298/NutCurculio_sheet_.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavoura Agrícola Municipal 2014 – Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2014/default_xls.shtm>. Acesso em: 17 nov. 2015.

INC. International Nut and Dried Fruit Council Foundation. **Global Statistical Review 2008-2013**. Reus, 2013. Disponível em: <http://www.nutfruit.org/global-statistical-review-2008-2013_85959.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

JOHNSON, W. T.; LYON, H. H. **Insects That Feed on Trees and Shrubs**. An illustrated practical guide. 2nd ed. rev. New York: Cornell University. Press, 1994. 560 p.

KNUTSON, A.; REE, B.; MUEGGE, M. **Managing Insect and Mite Pests of Commercial Pecans in Texas**. Texas: Texas AgriLife Extension Service. E-215. 2010. 25 p.

KUHAR, T.; JENRETTE, J.; DOUGHTY, H. **Leaf- Footed Bugs**. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2010. 6 p.

LAUMANN, R. A. et al. **Ritmos diários de atividades comportamentais de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) relacionados à temperatura**. Brasília: [s.n.], 2003. 6 p. (Comunicado Técnico, 90).

- LEMUS, G. S. **El cultivo del pecanero**. Chile: Ministério da Agricultura, 2004. 22 p. (Proyecto FIA n° C 96-I-1-025).
- LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L.; PRADO, P. I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p.62-69, 2005.
- LIMA, S. S. de. **O cultivo de noz pecã no município de Itaqui-RS: O estudo de caso do sítio Parintis**. 2011. 49 f. Trabalho de Conclusão (Curso de Graduação Tecnológica em Planejamento para o Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2011.
- LIMA, S. S. et al. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 322-331, 2010.
- LINK, D.; COSTA, E. C. Insetos associados à noqueira pecan em Santa Maria – RS. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1989. p.101.
- LOPES, C. T.; VASCONCELOS, H. L. Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling ants in the Brazilian cerrado. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 42, p. 399-405, 2008.
- MAJER, J. D. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, v. 7, n. 4, p. 375-383, 1983.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: das magnoliáceas às flacurtiáceas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1997. 271 p.
- MARQUES, D. M. et al. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, 2014.
- McWILLIAMS, J. **The Pecan: A History of America's Native Nut**. Austin: Hardcover, 2013. 178 p.
- MOKOCHINSKI, F. M. **Estimativa de produção, caracterização física e perfil químico de amêndoas de noqueira-pecã**. 2015. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, 2015.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2009.
- ORTIZ, E. R. N.; CAMARGO, L. E. A. Doenças da noqueira pecan (*Carya illioensis*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Orgs.). **Manual de fitopatologia vol. 2**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 501-506.
- OSBURN, M. R. et al. **Controlling insects and diseases of the pecan**. Washington: USDA Agric Handbook, 1963. 52 p.

PETERSON, J. K. *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch pecan. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Orgs.) **Silvics of North America**. v. 2. Hardwoods. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 205-210.

PORTILHO, I. I. R. et al. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p.1310-1320, 2011.

RASEIRA, A. **A cultura da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. Pelotas: EMBRAPA, 1990, 3 p. (Comunicado Técnico, 63).

RECKZIEGEL, P. **Efeitos benéficos do extrato das cascas de noz pecã (*Carya illinoensis*) sobre parâmetros bioquímicos e comportamentais de camundongos expostos ao fumo passivo**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

REE, B.; KNUTSON, A. **Field guide to the insects and mites associated with pecan**. Texas: TX A&M Univ. System Publ. B-6055, 1997. 127 p.

REID, W. R. The phenology of early fruit ripening in pecan. IN: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PECANS AND OTHER *Carya* IN INDIGENOUS AND MANAGED SYSTEMS, 1., 2013, Texas, **Proceedings...**Texas: Acta Horticulturae, 2013. p. 27-32.

RESENDE, A. L. S. et al. **Amostragem de Pulgões Alados Utilizando Bandeja D'água e Placa Adesiva**. Seropédica: EMBRAPA, 2007, 4 p. (Comunicado Técnico, 19).

ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A.; MONTEIRO, A. Exigências bioclimáticas e riscos climáticos ao cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA: Os Valores da Geografia, 10., 2015, Lisboa, Portugal. **Atas...** Lisboa, Portugal: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2015. p. 834-839.

SANTANA, D. L. Q. **Psilídeos em Eucaliptos no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005, 14 p. (Circular Técnica, 109).

SHETLAR, D.; BLOETSCHER, B. **Giant Caterpillars**. Ohio: The Ohio State University, 2011. 2 p.

SILVA, L. B. A. **Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União/IBAMA, RJ**. 2006. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

SILVA, P. G. da; SILVA, F. C. G. da. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. **Revista Congrega Urcamp**, v. 5, p. 1-16, 2011.

SILVA-SOUSA, C. R.; STOETZEL, M. B.; ORTIZ, E. First report of *Phylloxera notabilis* (Hemiptera: Phylloxeridae), in the Neotropical Region. **International Journal of Tropical Biology and Conservation**, p. 278-279, 2002.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres. 1976, 419 p.

SMITH, G. S.; O'DAY, M. H. **Pecan Pest Management: Insects and Diseases**. Columbia: University of Missouri Extension, 1995. s/p. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/publications/DisplayPrinterFriendlyPub.aspx?P=MP711>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

SOLOMON, J. D.; PAYNE, J. A. **A Guide to the Insect Borers, Pruners, and Girdlers of Pecan and Hickory**. General Technical Report SO-64. New Orleans: United States Department of Agriculture, 1986. 31 p.

STELLA, A. L. S.; LUCCHESI, O. A. Avaliação da bibliografia livre como subsídio aos sistemas de cultivo de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch). In: SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 5., 2015, Ijuí. **Anais...** Ijuí: UNIJUÍ, 2015. p. 1-7.

STOETZEL, M. B. Biosystematics of *Phylloxera* on pecans in North America. In: SZELEGIEWICZ, H. (Ed.) **Evolution and Biosystematics of Aphids**. Ossolineum: Wrocław, 1985a. p. 467-469.

STOETZEL, M. B. Life histories of the four species of *Phylloxera* on pecan (Homoptera: Phylloxeridae). **Georgia Agricultural Experiment Stations**, Special Publication, n. 38, p. 59-62, 1985b.

THOMPSON, T. E.; CONNER, P. Pecan. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Eds.). **Handbook of Plant Breeding**, vol. 8, Fruit Breeding, Part 4. New York: Springer Publishing, 2012. p. 771-801.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Plants profile: *Carya illinoensis*** (Wangenh.) K. Koch. Estados Unidos, out. 2010. Disponível em: <<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=cail2>>. Acesso em: 09 out. 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. October 2015 USDA Pecan Crop Estimate (Thousand Pounds – Inshell Basis). **Pecan South**, v. 48, n. 9, p. 1. 2015.

VAN DRIESCHE, R. G. et al. **Forest Pest Insects in North America: a Photographic Guide**. Morgantown: USDA Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team, WV. FHTET-2012-02, 2013. 702 p. Disponível em: <<http://www.forestpests.org/vd/Pests.html>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

VILLARREAL-LOZOYA, J. E.; LOMBARDINI, L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of diferente pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. **Food Chemistry**, v. 102, p. 1241-1249. 2007.

WELLS, L. (Ed.). **Southeastern pecan growers' handbook**. Georgia: University of Georgia, 2013. 236 p.

WHITEHEAD, F. E.; EASTEP, O. The seasonal cycle of *Phylloxera notabilis* Pergande (Phylloxeridae, Homoptera). **Annals Entomological Society of America**, v. 30, p. 71-74, 1937.

2 FAUNA EPIGÉICA E COLEOPTEROFAUNA ASSOCIADAS À NOGUEIRA-PECÃ SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS

2.1 INTRODUÇÃO

A noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch, pertence à família Juglandaceae e é originária dos Estados Unidos e México (MARCHIORI, 1997). Presente no Brasil a mais de cem anos, a cultura vem ganhando destaque no sul do país, onde as áreas cultivadas estão em expansão devido à demanda e ao bom preço pago pelas nozes.

Na implantação do pomar de noqueira-pecã, entre os fatores determinantes para o bom desenvolvimento das plantas está o preparo adequado do solo. As técnicas ligadas ao manejo da cultura da noqueira-pecã são escassas para os solos existentes no país, e tem-se como base a adequação de procedimentos adotados em outros países produtores. Entretanto, a medida em que o cultivo da noqueira-pecã cresce, é necessário que as ciências e tecnologias empregadas acompanhem tal progresso.

Para o preparo do solo e coveamento em noqueira-pecã existem contradições quanto as recomendações. Raseira (1990), levando em consideração sistema radicular da planta de noqueira-pecã que é profundo, propõe que as covas para transplante da mudas tenham de 60 a 70 cm de profundidade e 50 cm de diâmetro. Enquanto que, Fronza, Poletto e Harmann (2013), sugerem a realização de lavração, gradagem e subsolagem, para um melhor estabelecimento do sistema radicular, sendo que as mudas devem ser plantadas em covas de 40 cm x 40 cm x 40 cm. Porém, evidentemente, o tamanho das raízes das mudas no momento do plantio deve ser levado em consideração para a escolha da profundidade das covas, bem como o tipo de solo irá determinar seu preparo.

O preparo do solo adotado pode causar impacto na fauna edáfica e entre as práticas que podem prejudicar de maneira drástica a estabilidade da fauna do solo, estão à aração e a gradagem. Essas práticas modificam a estrutura do solo e reduzem sua cobertura, intensificando o efeito da radiação solar direta no solo, alterando o microclima do local (BARETTA et al., 2011).

As modificações ocorridas no solo resultantes do seu preparo, podem ser avaliadas utilizando-se bioindicadores do ambiente. E entre os grupos de invertebrados que habitam o solo que são excelentes bioindicadores, destacam-se os insetos da ordem Coleoptera, principalmente, os das famílias Carabidae, Staphylinidae e Cicindelidae (LEWINSOHN; FREITAS; PRADO, 2005). Além disso, segundo Brown et al. (2015), Coleoptera é o grupo

de macrofauna edáfica, presente no solo, com maior diversidade. Nesse sentido, o presente trabalho se justifica, por avaliar a resposta ambiental, através de bioindicadores do solo (espécies da Ordem Coleoptera), as alternativas de preparo do solo e coveamentos, em uma etapa importante, que se constitui na implantação de um plantio de noqueira-pecã.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos dos diferentes preparos do solo e coveamentos em um plantio de noqueira-pecã, implementado em Argissolo Vermelho, sobre a fauna epigéica com ênfase na ordem Coleoptera, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Unidade de Pesquisa Florestal pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) (Lat. 29°40'31'' S e Long. 53°54'45'' O). A FEPAGRO - Unidade de Pesquisa Florestal de Santa Maria, está situada no Distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

O município de Santa Maria está situado na região fisiográfica da Depressão Central do estado, a uma altitude mínima de 130 metros em relação ao nível do mar. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com temperatura média do mês mais frio compreendida entre -3°C e 18 °C; verão quente, com temperatura média para o mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual é de 1.770 mm, sem estiagens, com precipitação maior que 40 mm no mês mais seco (MORENO, 1961; ALVARES et al., 2013).

O solo da região do estudo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico conforme avaliação do perfil aberto na área experimental por Paulus (2015). Esse tipo de solo é originário de arenitos e siltitos, com relevo suavemente ondulado. Caracteriza-se por apresentar solos mediantemente profundos, não hidromórficos, bem drenados, apresentando horizonte Bt (do tipo B textural) avermelhados, com textura superficial franco arenosa, ácidos e pobres em matéria orgânica (STRECK et al., 2008). As características físicas e químicas do solo da área no momento da implantação estão apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Caracterização física e química do Argissolo Vermelho Distrófico arênico, referentes ao perfil na área do experimento.

Profundidade (m)	Propriedades físicas							Classe Textural
	Areia			Silte	Argila	Dp		
	Grossa	Fina	Total					
(g kg ⁻¹)			(g cm ⁻³)					
0,00-0,20	310	422	732	136	132	2,59	Franco arenosa	
0,20-0,40	298	369	667	135	198	2,58	Franco arenosa	
0,40-0,60	267	347	614	138	248	2,58	Franco argilo arenosa	
	Propriedades químicas							
	MO	pH	Al	Mg	Ca	P	K	Zn
	(%)	(H ₂ O)	(cmol _c dm ⁻³)			(mg dm ⁻³)		
0,00-0,20	1,6	5,6	0,1	1,2	3,3	5,3	92	2,4
0,20-0,40	1,4	5,1	0,7	1,3	2,9	3,8	56	1,6
0,40-0,60	1,2	4,3	2,1	0,9	2,4	2,2	40	0,6

Argila: partículas de diâmetro menor que 0,002 mm; Silte: partículas de diâmetro entre 0,05 a 0,002 mm; Areia fina: partículas de diâmetro entre 0,2 a 0,05 mm; Areia grossa: partículas de diâmetro entre 2 a 0,2 mm; Dp: Densidade de Partículas; MO%: Porcentagem de matéria orgânica; pH em água; Macronutrientes: alumínio (Al), magnésio (Mg), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K); Micronutriente: zinco (Zn).

Fonte: Paulus (2015).

A área de instalação do experimento, no momento do plantio, estava em pousio a cerca de 20 anos, com presença sazonal de pecuária, sendo a cobertura vegetal composta predominantemente, por espécies de gramíneas de baixo porte e arbustos. A área do entorno (En) foi caracterizada segundo a denominação dos sentidos dos pontos cardeais:

- **Nordeste (NE):** com uma área de aproximadamente 120 metros, em linha reta, do limite nordeste da área cercada do plantio, com presença de vegetação secundária (capoeira) e predominância de *Baccharis* sp. (Asteraceae) e gramíneas (Poaceae). Após a área de capoeira, encontrava-se uma área com *Pinus* sp. de altura média aproximada de 12 metros e *Eucalyptus* sp. com altura média aproximada de 15 metros;
- **Sudeste (SU):** com uma área de aproximadamente 72 metros, em linha reta, do limite sudeste do cercado do plantio, com presença de vegetação secundária (capoeira) e com predominância de *Baccharis* sp. (Asteraceae) e gramíneas (Poaceae). Após a capoeira, encontrava-se uma área com *Eucalyptus* sp. de altura média aproximada de 15 metros;
- **Sudoeste (SO):** com uma área de aproximadamente 72 metros, em linha reta, do limite sudoeste do cercado do plantio, com presença de vegetação secundária (capoeira) com

predominância de *Baccharis* sp. (Asteraceae) e gramíneas (Poaceae). Após a capoeira, encontrava-se uma área com *Eucalyptus* sp. de altura média aproximada de 15 metros;

- **Noroeste (NO):** com uma área de aproximadamente 50 metros, em linha reta, do limite noroeste do cercado do plantio, com presença de vegetação secundária (capoeira), com predominância das seguintes espécies: *Baccharis* sp. (Asteraceae) e gramíneas (Poaceae), e a presença de espécies florestais nativas como *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Fabaceae) e *Zanthoxylum petiolare* A.St.-Hil. & Tul. (Rutaceae).

2.2.2 Implantação e condução do plantio de noqueira-pecã

O plantio de noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch foi realizado nas dependências da FEPAGRO (ANEXO B). As mudas utilizadas no plantio foram doadas pela empresa Divinut Indústria de Nozes, localizada no município de Cachoeira do Sul, RS. As mudas foram produzidas a partir de sementes oriundas de um pomar certificado pertencente à própria empresa e posteriormente, enxertadas com variedades Barton e Shawnee. No momento do transplante as mudas possuíam altura padrão de 60 cm e idade de 2,5 anos.

Para fins de homogeneização da área, antes do estabelecimento dos tratamentos foi realizada uma roçada química em área total, com aplicação do herbicida glifosato, bem como o controle de formigas cortadeiras com uso de iscas granuladas (sulfluramida a 3,0 g i.a. kg⁻¹). Os saches de 10 gramas (g) de iscas formicidas foram distribuídas na área do experimento, sistematicamente, próximas as plantas de noqueira e nas áreas adjacentes.

As mudas de noqueira-pecã foram transplantadas nos dias 12 e 13 de fevereiro de 2012. A adubação foi realizada em duas etapas: a primeira dose de 200 g planta⁻¹ de NPK com fórmula 5-20-20 e 300g planta⁻¹ de calcário dolomítico no transplante das mudas de noqueira, incorporados no solo, na cova. Trinta dias após o plantio, as mudas receberam outra parcela de adubação de NPK utilizando-se a mesma fórmula, com base na recomendação do Manual de Adubação e Calagem (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). Sessenta dias após o plantio, as mudas receberam a cada quinze dias 20 g de ureia (42 % de N) durante 60 dias.

Para manutenção do plantio foram realizadas reaplicações de formicidas e roçadas mecânicas com trator na linha e entrelinha do cultivo, além da reaplicação do herbicida glifosato na coroa entre as plantas. Também, foi necessário proteger as plantas com barreiras físicas (embalagens plásticas) para evitar a ação de roedores.

2.2.3 Delineamento experimental

Após a homogeneização da área, os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, sendo cinco blocos, constituídos de quatro tratamentos:

- **Cp:** plantio em cova pequena circular, 20 cm x 60 cm (20 centímetros de diâmetro e 60 centímetros de profundidade), para abertura da cova pequena foi utilizada uma broca perfuradora adaptada na motosserra;
- **Scp:** plantio utilizando subsolador mais grade niveladora e cova pequena circular de 20 cm x 60 cm (20 centímetros de diâmetro e 60 centímetros de profundidade), sendo a subsolagem realizada a 40 cm de profundidade e para a abertura da cova pequena foi utilizada uma broca perfuradora adaptada na motosserra;
- **Ecp:** plantio utilizando enxada rotativa a uma profundidade de aproximadamente 20 cm, e cova pequena de 20 cm x 60 cm (20 centímetros de diâmetro e 60 centímetros de profundidade), para abertura da cova pequena foi utilizada uma broca perfuradora adaptada em uma motosserra;
- **Cg:** plantio em cova grande circular, 40 cm x 60 cm (40 centímetros de diâmetro e 60 centímetros de profundidade), para abertura da cova grande foi utilizado um perfurador caracol mecanizado, acoplado a um trator.

Os tratamentos foram sorteados e distribuídos nos cinco blocos, em parcelas de 28 x 21 m (588 m²) totalizando 11.760 m² de área total. O espaçamento de 7 m x 7 m (7 metros na linha e 7 metros na entrelinha), com cada parcela composta de 12 plantas de noqueira-pecã, totalizando 240 plantas (APÊNDICE B).

2.2.4 Coleta da fauna epigéica

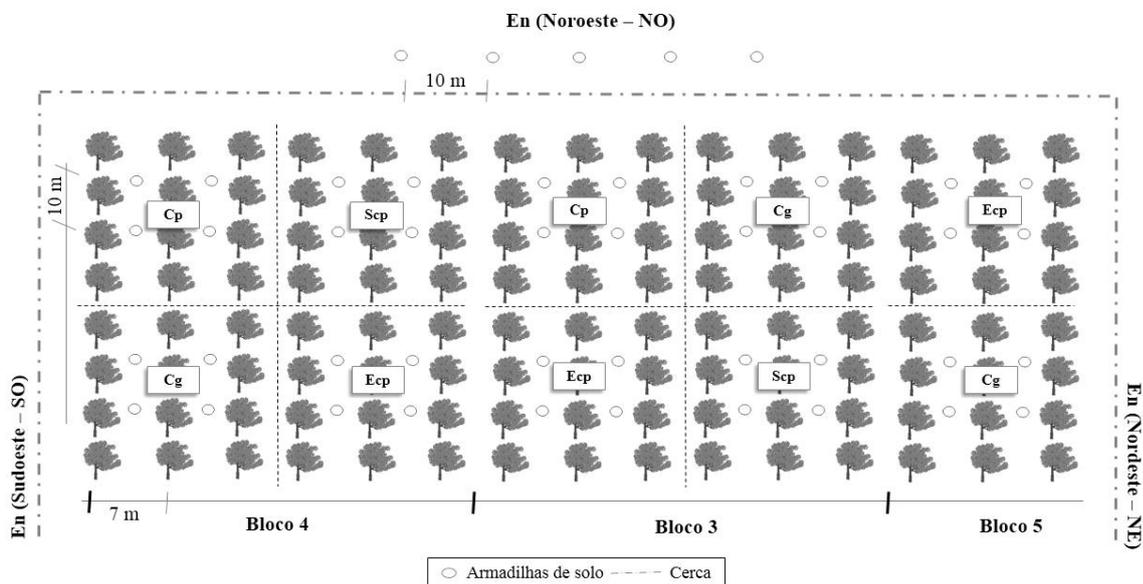
Para amostrar a meso e macrofauna epigéica presente no plantio de noqueira-pecã, com diferentes preparos de solo e coveamentos, optou-se pela coleta passiva de artrópodos, com utilização de armadilhas de queda tipo “pitfall”. As armadilhas foram adaptadas da proposta de Almeida, Ribeiro-Costa e Marinoni (2003), sem uso de atrativo. As armadilhas constituíram-se de um recipiente cilíndrico de 10 cm de altura, com área de captura de 176,7 cm². As armadilhas continham água, cloreto de sódio e detergente (200 mL de água + 15 g de cloreto de sódio + 2 mL de detergente), e eram enterradas no solo até a borda.

As armadilhas foram instaladas na área de cada um dos quatro tratamentos, com diferentes preparos de solo e coveamentos. Para fins de comparação também foram realizadas coletas nas áreas do entorno, correspondentes aos quatro sentidos dos pontos cardeais.

Em cada tratamento foram dispostas quatro armadilhas de solo, distribuídas a 10 m de distância uma da outra, nas entrelinhas do primeiro quadrante de cada tratamento (Figura 2.1), em cada bloco, totalizando 80 amostras por data de coleta. As coletas foram realizadas de março de 2014 a novembro de 2015, no período correspondente a metade de cada estação climática do ano (verão, outono, inverno e primavera), totalizando oito coletas e 640 amostras.

Já na área do entorno, nas mesmas datas de coleta dos tratamentos, foram dispostas cinco armadilhas de solo, a cerca de 30 metros do plantio, em cada sentido dos pontos cardeais, distantes em linha reta, 10 metros umas das outras, totalizando assim, oito coletas e 160 amostras (Figura 2.1).

Figura 2.1 – Croqui representativo de parte da área, contendo a distribuição das armadilhas de solo, nos diferentes preparos de solo e coveamentos, em um plantio de noqueira-pecã. Santa Maria, de março de 2014 a novembro de 2015.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Áreas do entorno: En = correspondente às áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã.

Fonte: Autor (2016).

Após 48 horas de exposição, o material coletado nas armadilhas foi recolhido em recipientes plásticos com capacidade de 80 mL, tampados e devidamente etiquetados, sendo transportados em caixas de papelão até o Laboratório de Entomologia Florestal da UFSM, para triagem.

2.2.5 Triagem e identificação dos artrópodos

Em laboratório, o material coletado, foi submetido à triagem, utilizando-se um recipiente plástico coberto de uma base telada, além de pinças, água destilada e pincéis, e quando necessário com a utilização de lupas estereoscópicas (Zoom 42 x). As amostras dos artrópodos foram separadas inicialmente, com o auxílio de chaves dicotômicas e material de apoio (FUJIHARA et al. 2011; RAFAEL et al., 2012; CARRANO-MOREIRA, 2015), para identificação dos artrópodos de acordo com os taxa: a classe, subclasse, ordem, subfamília, família, e quando possível, em gênero e espécie.

A seguir, os exemplares “voucher”, foram transfixados e depositados na coleção do Laboratório de Entomologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os espécimes de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) e de Coleoptera foram encaminhadas para especialistas da área para identificação (APÊNDICE C).

2.2.6 Mensuração das plantas de noqueira-pecã

Para fins de relacionar a influência dos diferentes preparos do solo e coveamentos sobre as plantas de noqueira-pecã, foi realizada a medição: diâmetro do coleto (\emptyset), a partir da circunferência, mensurada a cinco centímetros do solo, com auxílio de uma trena, os valores foram expressos em milímetros (mm); e da altura das plantas (h), do solo até a última brotação, com auxílio de uma régua telescópica, os valores foram expressos em metros (m). A primeira medição foi realizada aos dois anos de idade do plantio, em março de 2014, e aos três anos de idade em março de 2015, a diferença verificada entre as duas medições resultou no incremento médio anual (IMA).

Cabe ressaltar que todas as plantas foram mensuradas, sendo utilizadas para comparação, somente as quatro plantas com desenvolvimento semelhante, ou seja, que sobreviveram desde o transplante das mudas até o momento do início das avaliações em março de 2014. Isso porque, ao longo do experimento, foram necessários replantios, pois

houve mortalidade de plantas, e ainda, exemplares foram retirados para realização de outros estudos.

2.2.7 Análises físicas e químicas do solo

A fim de relacionar a diversidade da fauna de solo encontrada em um plantio de nogueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos, foram realizadas as análises físicas e químicas do solo.

Os dados da análise física do solo foram obtidos de Paulus (2015), que realizou a coleta de amostras com estrutura preservada na camada de 0,0-0,60 m de profundidade, na área em estudo, em março de 2014, utilizando para tanto, anéis volumétricos medindo 5,7 cm de diâmetro por 4 cm de altura em trincheiras localizadas entre plantas de nogueira-pecã, em cada um dos tratamentos. No presente estudo, trabalhou-se com as propriedades físicas de densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo.

Para a análise química do solo com determinação de macro e micronutrientes, foi realizada uma amostragem na área de cada tratamento, totalizando 20 amostras, bem como nas áreas adjacentes ao plantio, em cada um dos sentidos dos pontos cardeais: nordeste (NE), sudeste (SU), sudoeste (SO) e noroeste (NO). A coleta de solo para análise foi realizada em fevereiro de 2015, coincidindo com a segunda coleta da fauna epigéica referente à metade da estação climática correspondente ao verão, em fevereiro de 2015.

O procedimento de amostragem do solo foi realizado conforme o Manual de Adubação e Calagem (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). As amostras foram retiradas próximas às plantas e nas linhas e entrelinhas de plantio, totalizando cinco amostras, por tratamento. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos da UFSM, para análise.

2.2.8 Dados meteorológicos

A fim de relacionar a abundância e diversidade dos grupos taxonômicos coletados nos diferentes preparos do solo e coveamentos no plantio de nogueira-pecã, bem como nas áreas do entorno com as variáveis climáticas ocorridas nos quinze dias anteriores a coleta, foram levantadas os seguintes dados meteorológicos: temperatura média do ar (T.) expressa em graus Celsius (°C), precipitação pluviométrica acumulada (PP) em milímetros (mm) e umidade relativa do ar (UR), em porcentagem (%).

Os dados foram obtidos junto à Estação Meteorológica Automática de Santa Maria, localizada na cidade de Santa Maria, RS, em uma altitude de 95 m e nas coordenadas Lat. 29°42'00'' S e Long. 53°42'00'' O, a 28 Km de distância da área do experimento. Os valores médios mensais estão representados graficamente no Anexo C.

2.2.9 Análise dos parâmetros ecológicos

Os parâmetros ecológicos analisados foram: índices de frequência, diversidade, equitabilidade e similaridade. Tais parâmetros foram aplicados tanto para os grupos taxonômicos, quanto para as espécies de Coleoptera.

A frequência relativa (%) foi calculada pelo somatório dos dados das coletas, e calculada a percentagem de indivíduos de cada táxon, em relação ao total de indivíduos coletados. A fórmula da frequência, segundo Silveira Neto et al. (1976), é dada por: $\% = N/Nt * 100$, em que: F% = frequência relativa; N = número total de indivíduos de cada táxon; Nt = total de indivíduos capturados. A partir dos dados de frequência, determinou-se o intervalo de confiança (IC) da média com 5% de probabilidade, conforme Fazolin (1991): muito frequente (mf): número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 5%; frequente (f): número de indivíduos situados dentro do IC a 5%; e pouco frequente (pf): número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 5%.

A fim de avaliar a diversidade nas áreas dos tratamentos no plantio de noqueira-pecã e áreas de entorno, foi utilizada uma medida “não paramétrica” de diversidade α , calculada a partir do Índice de Diversidade de Shannon (H'). Como uma medida de heterogeneidade, este índice considera o grau de uniformidade, ou também chamado de Índice de Uniformidade ou Equitabilidade de Pielou (J'), na abundância e na riqueza de espécies. O índice de Shannon é resultado da seguinte equação: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, sendo que: p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrado no levantamento (MAGURRAN, 2011).

A similaridade na composição da fauna epigéica e espécies de coleópteros, nas áreas dos tratamentos e do entorno, foi avaliada quantitativamente, através da diversidade β , pelo índice de similaridade de Bray-Curtis, conforme a equação de Bray e Curtis (1957): $C_N = 2jN / (N_a + N_b)$, sendo que, N_a é o número total de indivíduos no local A; N_b é o número total de indivíduos no local B; e $2jN$ consiste na soma da mais baixa das duas abundâncias para espécies encontradas nos dois locais. Para avaliação qualitativa, escolheu-se a medida de diversidade β , a partir do cálculo do índice de similaridade de Jaccard, conforme a equação de Jaccard (1901): $C_J = a / a + b + c$, em que, a é o número de táxons presentes em ambas as

amostras; b , é o número de táxons presentes apenas na amostra 1; e c , é o número de táxons presentes apenas na amostra 2.

A análise de agrupamentos com a média não ponderada dos grupos de pares (Unweighted Par-Group Mean Average - UPGMA), como distância de amalgamação, para as similaridades foram obtidos através do programa estatístico Past versão 2.17c (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Ressalta-se que as análises de agrupamento a partir das similaridades foram realizadas para o total de *taxa* e/ou espécies de coleópteros e indivíduos coletados no período (2014 e 2015). Os índices de diversidade e equitabilidade foram calculados para cada data de coleta, bem como para o total de 2014, 2015 e total geral, em cada um dos tratamentos.

2.2.10 Análise estatística

Para verificar as possíveis diferenças entre a abundância e riqueza observada de *taxa* da fauna epigéica, a riqueza observada das espécies de Coleoptera, a abundância da espécie de coleóptero de maior frequência, nos diferentes preparos de solo e coveamentos do plantio de noqueira-pecã e sua área de entorno, e entre as estações do ano, foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias de Bartlett. Para os dados que não apresentaram distribuição normal e as variâncias não homogêneas, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade de erro, conforme Callegari-Jacques (2003).

Com os dados obtidos nas análises químicas e físicas do solo, e na mensuração das plantas, encontrados para os diferentes preparos de solo e coveamentos do plantio de noqueira-pecã e sua área de entorno (apenas para as propriedades químicas e Argila), foi realizada análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro, conforme Callegari-Jacques (2003).

Após a ANOVA e o Teste de Tukey para as médias dos atributos químicos do solo e da porcentagem de argila, sua influência sobre a distribuição em abundância de *taxa* da fauna epigéica com frequência relativa maior que 2,0 %, a abundância da espécie de Coleoptera de maior frequência foi quantificada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA).

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s), para relacionar os fatores ambientais (variáveis meteorológicas, propriedades químicas e físicas do solo), a abundância de *taxa* da fauna epigéica e a abundância da espécie de Coleoptera de maior frequência, bem como os índices de Shannon. Destaca-se que foram utilizados os valores de correlações significativas existentes entre as propriedades físicas e químicas do solo, e os *taxa* da fauna

epigéica com frequência relativa maior que 2 % (Araneae, Collembola, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Orthoptera), bem como com *D. abderus*. Ainda, as propriedades físicas e químicas do solo foram avaliadas na profundidade de 0,00 – 0,10 m, pois estudos revelaram que a maior densidade e diversidade da meso e macrofauna visíveis, objeto de estudo deste trabalho, bem como algumas formas jovens, encontram-se nos primeiros centímetros de profundidade do solo (BENAZZI et al., 2013; BARETTA et al., 2003; SOARES; COSTA, 2001).

Os testes Shapiro-Wilk e Bartlett, o teste de Kruskal-Wallis, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram rodadas do *software* estatístico Assistat 7.7 beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2002). A correlação de Spearman foi realizada utilizando-se o *software* estatístico BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007). Enquanto que, a análise de correspondência canônica (CCA), foi realizada no Ambiente R, versão 3.2.4 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Avaliação da fauna epigéica

No período de março de 2014 a novembro de 2015, foram coletados 16.319 artrópodos pertencentes a fauna epigéica associada a um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos (Tabela 2.2). Deste total, na área de preparo de solo com utilização de enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), foram encontrados 4.041 espécimes (24,7 %), seguidas das áreas: em que, as plantas foram transplantadas para cova grande (Cg), com 3.796 espécimes (23,3 %); em que, as plantas foram transplantadas para cova pequena (Cp), com 3.400 espécimes (20,8 %); e, com preparo do solo utilizando subsolador mais grade niveladora e cova pequena (Scp), com 2.638 espécimes (16,2 %); na área do entorno (En), foram encontrados 2.444 espécimes (15,0 %) (Tabela 2.2).

A área do plantio em cova pequena (Cp) apresentou 18 *taxa*, seguida da área com utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena (Scp) e área do entorno (En), ambas com 16 grupos; a área do tratamento com plantio em cova grande (Cg) apresentou 15 grupos e por fim, a área em que foi utilizada enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), apresentou 13 grupos. Os *taxa* pertencentes a Classe Insecta: Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera, Diptera, Coleoptera, a superordem Collembola de Entognatha e a ordem Araneae

de Arachnida, juntos, somaram 96,4 % (15.729) do total de espécimes coletados em todo o período de coleta, apresentando, cada grupo, frequência relativa maior que 2,0 % (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Fauna epigéica coletada com armadilhas de solo em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

(continua)

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
	N. (%)					
Classe Arachnida						
Subclasse Acari	6 (0,2) pf	17 (0,6) pf	8 (0,2) pf	5 (0,1) pf	3 (0,1) pf	39 (0,2) pf
Ordem Araneae	71 (2,1) pf	71 (2,7) pf	61 (1,5) pf	64 (1,7) pf	66 (2,7) pf	333 (2,0) pf
Ordem Opiliones	8 (0,2) pf	12 (0,5) pf	21 (0,5) pf	17 (0,4) pf	45 (1,8) pf	103 (0,6) pf
Ordem Scorpiones	2 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	5 (<0,1) pf
Classe Chilopoda	1 (<0,1) pf	2 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	7 (<0,1) pf
Classe Diplopoda	46 (1,4) pf	57 (2,2) pf	50 (1,2) pf	68 (1,8) pf	20 (0,8) pf	241 (1,5) pf
Classe Entognatha						
Superordem Collembola	27 (0,8) pf	141 (5,3) pf	10 (0,2) pf	153 (4,0) pf	12 (0,5) pf	343 (2,1) pf
Classe Insecta						
Ordem Blattaria	1 (<0,1) pf	5 (0,2) pf	-	-	2 (0,1) pf	8 (<0,1) pf
Ordem Coleoptera	139 (4,1) pf	80 (3,0) pf	88 (2,2) pf	108 (2,8) pf	137 (5,6) pf	552 (3,4) pf
Ordem Diptera	130 (3,8) pf	137 (5,2) pf	154 (3,8) pf	218 (5,7) pf	155 (6,3) pf	794 (4,9) pf
Ordem Hemiptera	219 (6,4) pf	249 (9,4) pf	239 (5,9) pf	226 (6,0) pf	198 (8,1) pf	1131 (6,9) pf
Ordem Hymenoptera	2437 (71,7) mf	1677 (63,6) mf	3174 (78,5) mf	2690 (70,9) mf	1674 (68,5) mf	11652 (71,4) mf
Ordem Isoptera	33 (1,0) pf	5 (0,2) pf	-	-	-	38 (0,2) pf
Ordem Lepidoptera	30 (0,9) pf	14 (0,5) pf	18 (0,4) pf	12 (0,3) pf	15 (0,6) pf	89 (0,5) pf
Ordem Odonata	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	-	2 (<0,1) pf
Ordem Orthoptera	234 (6,9) pf	161 (6,1) pf	210 (5,2) pf	217 (5,7) pf	102 (4,2) pf	924 (5,7) pf
Formas Imaturas	14 (0,4) pf	9 (0,3) pf	7 (0,2) pf	15 (0,4) pf	11 (0,5) pf	56 (0,3) pf

Tabela 2.2 – Fauna epigéica coletada com armadilhas de solo em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	(conclusão)					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
	N. (%)					
Classe Melacostraca						
Ordem Isopoda	1 (<0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	2 (<0,1) pf
Total N. (%)	3400 (20,8)	2638 (16,2)	4041 (24,7)	3796 (23,3)	2444 (15,0)	16319 (100,0)
Riqueza observada (S_{obs})	18	16	13	15	16	18

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Número total de indivíduos (N.).

Frequência relativa (%): mf = muito frequente, f = frequente e pf = pouco frequente.

Fonte: Autor (2016).

A ordem Hymenoptera somou 11.652 (71,4 %) do total da fauna epigéica coletada. Este fato pode ser explicado pela dominância da família Formicidae, que somou 11.571 exemplares coletados em todo o período de coleta. Na área do preparo do solo com enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), foram coletadas 3.132 formigas, quase o dobro do encontrado na área de entorno (En), na qual foram encontradas 1.635 formigas. Conforme Vasconcelos (1998), níveis mais elevados de perturbação ambiental, resultam em um aumento na abundância de formigas, com diminuição da riqueza. Deste modo, infere-se que o preparo do solo com enxada rotativa e plantio em cova pequena exerça um impacto negativo sobre a fauna de formigas, mesmo durante o terceiro e quarto ano (2014-2015), após o preparo do solo.

Devido à importância econômica de Formicidae para as áreas florestal e agrícola, os indivíduos com possibilidade de serem pragas foram identificados em nível de espécie. Conforme pode ser observado na Tabela 2.3, apesar do controle constante com isca formicida realizado nas áreas do plantio e área do entorno (En), foram encontrados 71 exemplares de formigas cortadeiras. *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919 foi a espécie com maior número de indivíduos coletados, tanto nos tratamentos quanto no somatório total, com 66 exemplares, seguida de *Acromyrmex aspersus* F. Smith, 1858 e *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890), ambas somando somente cinco exemplares. *A. balzani* ocorreu somente na área do entorno (En).

Tabela 2.3 – Espécies de formigas cortadeiras coletadas com armadilhas de solo em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

Espécies de formigas cortadeiras	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	15	10	15	4	22	66
<i>Acromyrmex aspersus</i> F. Smith, 1858	2	-	-	-	1	3
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	-	-	-	-	2	2
Total	17	10	15	4	25	71

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Fonte: Autor (2016).

Atta sexdens piriventris, conhecida comumente como saúva-limão-sulina, é uma das duas únicas espécies do gênero *Atta* encontrada no estado do Rio Grande do Sul. Constituindo-se como a espécie de formiga cortadeira predominante nas regiões do Planalto, Alto Uruguai, Noroeste, Depressão Central e Serra (LOECK; GRÜTZMACHER; STORCH, 2001). Ao analisarem aspectos da preferência de forrageamento de *A. sexdens piriventris*, Geisel, Boff e Boff (2013), constataram que, as espécies vegetais *Baccharis trimera* (Asteraceae) e *Paspalum* spp. (Poaceae), foram as plantas mais exploradas, correspondendo a 43% e 33% do total de plantas forrageadas, respectivamente. Este fato pode explicar, em parte, a maior abundância da saúva-limão-sulina nas áreas adjacentes ao plantio, uma vez que a vegetação é composta predominantemente por *Baccharis* sp. e gramíneas (Poaceae).

Para Fronza, Poletto e Hamann (2013), as formigas cortadeiras pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* causam o desfolhamento de plantas de noqueira-pecã. Ressalta-se que a presença das espécies de formigas nas áreas, por si só, não indicam o ataque às plantas de noqueira-pecã, no entanto, diante de sua ocorrência nas armadilhas de solo, trabalhos futuros podem elucidar as possíveis interações desarmônicas entre plantas de noqueira-pecã e as espécies de formigas cortadeiras relatadas neste estudo.

O segundo táxon a apresentar maior abundância, no total coletado, foi a ordem Hemiptera (Tabela 2.2). Nessa ordem de Insecta encontram-se os percevejos, as cigarras, as cigarrinhas, os pulgões, as cochonilhas e as chamadas moscas-brancas (GULLAN; CRANSTON, 2012). Correia e Andrade (1999), classificam como não edáficos, por não apresentarem funcionalidade conhecida as subordens Auchenorrhyncha, Heteroptera, Sternorrhyncha, assim como a ordem Diptera. A ordem Diptera apresentou a quarta maior abundância, ficando atrás da ordem Orthoptera, que por sua vez ficou em terceiro (Tabela 2.2). A dominância dos taxa citados pode ser explicada pelo método de captura utilizado, pois com a utilização de armadilha de queda para artrópodos epigéicos ocorre a predominância de formicídeos, ortópteros, miriápodes, aranhas, bem como coleópteros (BIGNELL et al., 2010).

Nesse sentido, o último táxon de Insecta a apresentar frequência relativa total maior que 2,0 %, foi a ordem Coleoptera (Tabela 2.2). Devido ao fato de possuir estreita relação com o solo e apresentar características satisfatórias aos bioindicadores de qualidade ambiental, além de serem amostrados com eficiência pelas armadilhas de queda, os resultados referentes a ordem Coleoptera serão apresentados e discutidos, em nível de espécie, no subitem 2.3.2, deste Capítulo 2.

Ainda, destaca-se a presença da ordem Isoptera na área com plantio em cova pequena (Cp) e com preparo do solo utilizando subsolador mais grade niveladora e plantio em cova

pequena (Scp). Nesse táxon encontram-se espécies de cupins, com destaque para as espécies xilófagas e geófagas (BIGNELL et al., 2010).

Pertencente a classe Entognatha, a superordem Collembola, apresentou 2,1 % do total da fauna epigéica coletada nas áreas, tendo sido verificada a maior abundância na área do plantio em cova grande (Cg). Os colêmbolos representam indicadores de estresse ambiental (CASSAGNE et al., 2006). Baretta et al. (2006a), encontraram maiores frequências relativas de Collembola, em solos sem cultivo e com preparo convencional associado a rotação de culturas, em Lages, SC. Dessa forma, a partir dos resultados encontrados no presente estudo infere-se que haja uma possível relação dos preparos do solo e coveamentos com a frequência relativa de Collembola, o que pode ser melhor analisado mediante estudos direcionados, com ênfase na composição de espécies.

A classe Arachnida, por sua vez, foi representada pela maior frequência da ordem Araneae, com 2,0 % do total amostrado. As aranhas ocupam diversos ambientes desde ao nível do mar até as montanhas mais altas, em sua maioria possuem hábito noturno e grande adaptabilidade, sua dieta é baseada quase que exclusivamente de insetos, sendo que algumas famílias têm sido relatadas em diversos estudos como indicadores de qualidade do solo (BARETTA et al., 2011).

Em estudo realizado por Baretta et al. (2007), os autores verificaram mudanças na abundância de famílias de aranhas de solo, em floresta de araucária [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze 1898], e atribuíram tais alterações a intervenção humana. No presente estudo, para Araneae, em área com diferentes preparos de solo e coveamentos em nogueira-peçã, o tratamento utilizando preparo do solo com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), pode ter alterado a abundância de aranhas nas áreas onde foi aplicado, uma vez que foi verificada a menor frequência relativa, com 1,5 % (61 indivíduos) na área desse tratamento.

Pertencente a classe Arachnida, a subclasse Acari apresentou baixo número de indivíduos encontrados (Tabela 2.2). Nesse sentido, o baixo número coletado de Acari pode ser explicado pelo fato de que armadilhas de queda são mais eficientes na captura de colêmbolos que vivem na superfície do solo, em detrimento dos ácaros (KARYANTO et al., 2010).

Os *taxa* da classe Insecta, composta por Blattaria, Isoptera, Lepidoptera, Odonata e formas imaturas; da classe Arachnida representada por Acari, Opiliones e Scorpiones; das classes Chilopoda; Diplopoda; e, Melacostraca, juntos, somaram 3,3 %, com 590 indivíduos ao total. Dos *taxa* citados, Diplopoda foi responsável por 1,5 % do total, com 241 espécimes coletados, destes, a maior parcela (68 indivíduos) foi encontrada na área do tratamento de

plantio em cova grande (Cg). Para Correia e Aquino (2005), os impactos dos diplópodos nos processos do solo são variáveis em função tanto das características das espécies, quanto do sistema solo, são animais que atuam na ciclagem de nutriente de maneira eficiente.

Tabela 2.4 – Valores médios de abundância e riqueza observada (S_{obs}) da fauna epigéica em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

Estações do ano	Abundância						Riqueza observada (S_{obs})					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
Verão 2014	28,8 aBC	17,3 aB	50,6 aB	11,9 aAB	25,5 aCD	134,0 B	4,0 aA	3,2 aAB	3,6 aAB	3,7 aAB	3,2 aAB	7,3 A
Outono 2014	22,0 aC	16,4 aB	20,1 aB	21,5 aB	21,2 aCD	101,1 B	4,1 aA	4,0 aB	4,3 aB	3,7 aAB	4,0 aABC	8,3 A
Inverno 2014	13,0 aAB	10,7 aAB	34,1 aAB	26,4 aAB	7,4 aAB	91,4 B	3,3 aA	3,9 aB	3,1 aAB	4,1 aAB	2,9 aA	8,6 A
Primavera 2014	38,1 bBC	20,7 abB	31,5 abAB	14,0 abAB	9,9 aABC	114,1 B	4,3 bA	3,4 abAB	3,4 abAB	3,6 abAB	3,0 aA	7,8 A
Verão 2015	17,9 aBC	23,8 aB	16,9 aB	72,4 aB	23,7 aD	154,6 B	4,5 aA	4,3 aB	3,7 aB	4,9 aB	4,8 aC	7,6 A
Outono 2015	26,1 aBC	15,2 aAB	20,5 aB	14,0 aB	13,4 aABC	89,1 B	3,9 abA	3,6 abAB	4,1 bB	4,1 abAB	3,0 aA	7,5 A
Inverno 2015	18,5 aBC	22,7 aB	22,5 aAB	24,1 aB	15,4 aBCD	103,1 B	4,0 aA	3,9 aB	3,1 aAB	3,8 aAB	4,2 aABC	7,7 A
Primavera 2015	5,8 aA	5,4 aA	6,0 aA	5,7 aA	5,9 aA	28,7 A	3,2 abA	2,3 aA	2,3 aA	2,9 aA	4,5 bBC	7,7 A
Total 2014	101,9 a	65,0 a	136,3 a	73,7 a	63,9 a		7,7 a	7,8 a	7,0 a	7,9 a	6,9 a	
Total 2015	68,2 a	67,0 a	65,8 a	116,2 a	58,3 a		7,0 ab	7,4 ab	6,4 a	7,5 b	7,8 b	
Total	170,0 a	131,9 a	202,1 a	189,8 a	122,2 a		9,0 a	9,5 a	8,7 a	9,2 a	8,7 a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$, $n = 100$).

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Fonte: Autor (2016).

Quando analisadas as diferenças entre os valores médios de abundância para as estações do ano, tanto para os tratamentos e área de entorno, quanto para a fauna epigéica total, verificou-se diferença estatística (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$), tendo sido observado para a primavera de 2015 a menor média total de abundância (Tabela 2.4). A partir destes resultados, sugere-se ter havido influência das chuvas sobre a abundância da fauna epigéica encontrada na coleta da primavera de 2015 (16 de novembro de 2015), em detrimento das demais coletas, uma vez que no mês de outubro, que antecedeu a coleta, registrou-se 462,4 mm (ANEXO C), ou seja, a maior precipitação acumulada registrada em todo o período do experimento. O mesmo não ocorreu para a riqueza observada de espécies (Tabela 2.4).

Observando-se a Tabela 2.4, pode-se verificar que a abundância da fauna epigéica não apresentou diferença estatística (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$) entre os tratamentos, exceto para a coleta realizada na primavera de 2014, em que o tratamento com plantio em cova pequena (Cp) apresentou maior abundância média em comparação a área de entorno (En), tendo o mesmo ocorrido para a riqueza observada. Assim, os tipos de preparo do solo e coveamentos, parecem estar mais relacionados a composição da fauna epigéica, do que sua abundância e riqueza.

Para os valores médios de riqueza observada, além das diferenças verificadas na coleta referente a primavera de 2014, também diferiram estatisticamente as médias de riqueza das coletas de outono de 2015 (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$), com maior riqueza observada no preparo de solo com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), em detrimento da área de entorno (En), bem como na primavera de 2015, em que na área do entorno (En), verificou-se a maior riqueza média em detrimento das áreas: com preparo do solo com subsolador mais grade niveladora e plantio em cova pequena (Scp), com preparo de solo com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), e plantio em cova grande (Cg). Já para a média de riqueza observada no total no ano de 2015, verificou-se diferenças (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$) nas médias do tratamento com preparo de solo com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), em relação as áreas de entorno (En) e plantio em cova grande (Cg).

Quando avaliadas as médias de riqueza observada para as estações do ano, não houve diferença estatística (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$) apenas para a área do tratamento com plantio em cova pequena (Cp) e para as médias totais, os demais tratamentos e área de entorno, demonstraram diferença estatística (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). As diferenças observadas podem ser explicadas a partir da sazonalidade, que possivelmente influenciou o comportamento da fauna epigéica no presente estudo. Este fato é corroborado através das relações significativas existentes entre a abundância dos *taxa*, que apresentaram frequência relativa maior que 2,0%, e as variáveis meteorológicas levantadas.

Nesse aspecto, foram observadas correlações significativas positivas por Spearman, no tratamento do plantio em cova pequena (Cp), entre a abundância e temperatura média do ar, para Araneae ($r_s = 0,714$, $p < 0,05$) e Coleoptera ($r_s = 0,738$, $p < 0,05$). Ainda, no tratamento com preparo do solo com enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), foram encontradas correlações significativas positivas, entre a abundância e temperatura média do ar, para Coleoptera ($r_s = 0,881$, $p < 0,01$) e negativa para Diptera ($r_s = -0,7545$, $p < 0,05$), e positiva, entre a abundância e a umidade relativa do ar, também para Diptera ($r_s = 0,8743$, $p < 0,01$). Por fim, no tratamento do plantio em cova grande (Cg), foi encontrada correlação significativa negativa entre a temperatura média do ar e a abundância de Collembola ($r_s = -0,7638$, $p < 0,05$).

Assim, no presente estudo Araneae e Coleoptera aumentaram sua abundância na medida em que a temperatura do ar foi maior, já com Diptera ocorreu o inverso. Garlet, Costa e Boscardin (2013), encontraram correlação significativa positiva para a temperatura e abundância dos *taxa* Coleoptera e Diptera, e entre a umidade relativa do ar para essa última ordem, em áreas com plantios de eucalipto.

Collembola apresentou correlação significativa negativa para a variável temperatura do ar, resultado similar foi encontrado por Rovedder et al. (2004), ao verificarem uma diminuição na abundância de colêmbolos de outubro para dezembro, no Rio Grande do Sul, atribuindo tal fato a diminuição da precipitação e ao aumento da temperatura.

Para os índices de Shannon e Equitabilidade de Pielou os menores valores foram encontrados no tratamento com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), em cinco das oito coletas realizadas (verão, inverno e primavera de 2014 e inverno e primavera de 2015) e para o total. Enquanto que, o tratamento com subsolagem mais grade niveladora e plantio cova pequena (Scp), apresentou os maiores índices de diversidade, em três coletas (outono e inverno de 2014 e outono de 2015) e no total, porém a uniformidade não acompanhou esse padrão, sendo maior somente no total (Tabela 2.5).

Para os totais das estações o índice de Shannon foi maior na primavera de 2015 e menor no verão de 2014, o mesmo ocorreu para a uniformidade (Tabela 2.5). Este fato pode ser explicado pela umidade relativa do ar, uma vez que houve correlação significativa positiva ($r_s = 0,756$, $p < 0,05$), para essa variável meteorológica e os índices de Shannon totais encontrados nas coletas (estações do ano), ou seja, o índice de diversidade é maior quanto maior for a média de umidade relativa do ar. Conforme pode ser observado no ANEXO C, o mês de fevereiro de 2014 (verão), registrou umidade do ar média de 77 %, enquanto que o mês de novembro de 2015 (primavera), registrou 84 % de média de umidade relativa do ar.

Tabela 2.5 – Diversidade e equitabilidade da fauna epigéica em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

Estações do ano	Índice de diversidade de Shannon (H')						Equitabilidade de Pielou (J')					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
Verão 2014	0,96	0,85	0,44	1,49	0,63	0,79	0,38	0,35	0,19	0,62	0,29	0,31
Outono 2014	1,04	1,46	1,39	1,10	0,97	1,20	0,40	0,55	0,58	0,48	0,40	0,44
Inverno 2014	1,39	1,66	0,61	1,06	1,34	1,13	0,56	0,67	0,25	0,42	0,58	0,42
Primavera 2014	0,75	0,96	0,64	1,11	1,33	0,89	0,34	0,40	0,28	0,54	0,55	0,36
Verão 2015	1,71	1,26	1,42	0,64	1,28	1,12	0,69	0,55	0,68	0,28	0,53	0,43
Outono 2015	0,87	1,23	1,14	1,27	0,98	1,10	0,39	0,56	0,55	0,58	0,41	0,46
Inverno 2015	1,08	1,53	0,98	1,56	1,51	1,49	0,52	0,61	0,45	0,65	0,69	0,56
Primavera 2015	1,72	1,37	0,99	1,55	2,09	1,67	0,83	0,62	0,48	0,71	0,84	0,65
Total 2014	1,03	1,25	0,73	1,24	0,93	1,01	0,36	0,46	0,29	0,48	0,35	0,35
Total 2015	1,33	1,52	1,25	1,15	1,48	1,36	0,54	0,56	0,50	0,44	0,56	0,49
Total	1,18	1,41	0,93	1,19	1,25	1,19	0,41	0,51	0,36	0,44	0,45	0,41

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Fonte: Autor (2016).

Os resultados apresentados acima demonstram que a área com preparo de solo com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), impactou de maneira negativa a fauna epigéica o que é constatado pelo padrão repetido nas coletas, de menor índice de Shannon e uniformidade de Pielou observados. Isso porque, segundo Townsend, Begon e Harper (2006), o índice de Shannon depende da riqueza de espécies e da uniformidade, na qual os indivíduos estão distribuídos entre as espécies, ou seja, dada uma riqueza, o índice de diversidade aumenta conforme a equitabilidade e, dada certa equitabilidade, o índice de diversidade aumenta com a riqueza.

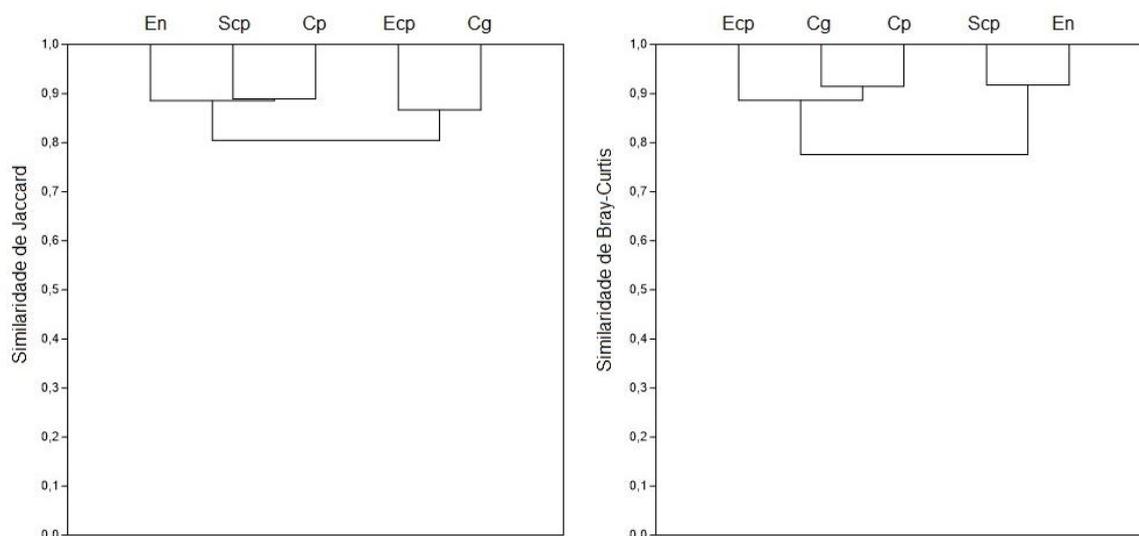
Em contrapartida, o preparo de solo utilizando subsolador mais grade niveladora e plantio em cova pequena (Scp), pode ter beneficiado a diversidade de fauna epigéica, quando avaliada em nível de *taxa*. Apesar do padrão de uniformidade não ter se repetido nas coletas de Scp, verificou-se o maior valor total nessa área, indicando uma heterogeneidade da fauna epigéica, o que pode ser entendido como um maior equilíbrio ambiental. Ressalta-se ainda que, os demais tratamentos e área de entorno apresentaram valores menores de $J' = 0,50$ (Tabela 2.5).

A partir dos resultados das análises de similaridade, quantitativa de Bray-Curtis e qualitativa de Jaccard, apresentados na Figura 2.2, verificou-se qualitativamente, os tratamentos Scp ($S_{obs} = 16$), Cp ($S_{obs} = 18$) e área do entorno ($S_{obs} = 16$), com as maiores riquezas observadas, constituindo um grupo sendo similares entre si. Esse agrupamento apresenta dissimilaridade em detrimento do grupo de menores riquezas observadas encontradas, formado pelos tratamentos Ecp ($S_{obs} = 13$) e Cg ($S_{obs} = 15$). Considerando as similaridades encontradas, pode-se inferir que os tratamentos Scp e Cp não alteram a riqueza da fauna epigéica, uma vez que se assemelham a área do entorno, resultado que corrobora com os parâmetros ecológicos (índice de diversidade e uniformidade) encontrados para Scp (Tabela 2.5).

Quantitativamente, pelo índice de similaridade de Bray-Curtis, verificou-se o agrupamento dos tratamentos com maior abundância, composto por Ecp (4.041 indivíduos), Cg (3.796 indivíduos) e Cp (3.400 indivíduos). O grupo citado, apresentou dissimilaridade em detrimento do grupo formado pelas áreas de menor abundância, tratamento Scp (2.638 indivíduos) e área do entorno, En (2.444 indivíduos) (Figura 2.2). Da mesma forma, os resultados encontrados para Scp corroboram os índices de diversidade e uniformidade. Em contrapartida, o tratamento Ecp encontra-se nos agrupamentos com maior abundância e menor riqueza, o que confirma os resultados encontrados para os parâmetros ecológicos analisados. Assim, a utilização da enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), pode

interferir negativamente sobre a fauna epigéica no preparo de solo e coveamento da cultura da noqueira-pecã.

Figura 2.2 – Similaridade da fauna epigéica coletada nos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm); e, Área do entorno (En): correspondente ao somatório das coletas realizadas nas áreas localizadas nos sentidos nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste da área do plantio de noqueira-pecã.

Fonte: Autor (2016).

2.3.2 Avaliação da fauna de coleópteros do solo

No período de março de 2014 a novembro de 2015, foram coletados no total 552 exemplares de Coleoptera, componentes da fauna epigéica associada a um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos. Do total levantado, 25,2 % (139 indivíduos) foram coletados na área com transplante de mudas em cova pequena (Cp). Na área do entorno, considerada testemunha, verificou-se 24,8 % (137 indivíduos), seguindo os demais tratamentos, com 19,6 % (108 indivíduos) na área com transplante de mudas em cova grande (Cg), 15,9 % (88 indivíduos) na área com preparo do solo utilizando enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), e por fim, 14,5 % (80 indivíduos) na área com preparo do solo utilizando-se subsolador mais grade niveladora e cova pequena (Scp) (Tabela 2.6).

As espécies pertencem a 19 famílias, em ordem decrescente de acordo com a riqueza observada: Carabidae, com $S_{obs} = 11$; Chrysomelidae, Curculionidae, Scarabaeidae e Staphylinidae, todas com $S_{obs} = 7$; Histeridae, com $S_{obs} = 3$; Anthicidae, Brachyderidae, Elateridae Ptilodactylidae e Tenebrionidae, todas com $S_{obs} = 2$; e por fim, Buprestidae, Dryophthoridae, Geotrupidae, Limnichidae, Lycidae, Meloidae, Melolonthidae e Nitidulidae, com uma espécie cada. As espécies citadas, juntas, somaram $S_{obs} = 60$ (Tabela 2.6). A riqueza, geralmente, está ligada a disponibilidade de recursos e das alterações abióticas (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006).

Nesse sentido, estudos foram realizados com a fauna de Coleoptera edáfica com a finalidade de avaliar os impactos dos diferentes usos do solo (AMARAL; SANTOS, 2015; CAJAIBA; SILVA, 2015; GARLET et al., 2015; MOREIRA; PINTO, 2014; MARINONI; GANHO, 2003). Dos estudos citados, poucos contemplam a identificação em nível de espécie, permanecendo a discussão restrita às características apresentadas pelas famílias dos insetos. Cajaiba e Silva (2015), utilizando armadilha de queda modelo “pitfall”, também encontraram maior riqueza para a família Carabidae, em detrimento das demais, conforme o verificado no presente trabalho. O hábito predador da maior parte das espécies de Carabidae, torna a família bastante importante (FORTI et al., 2011).

Conforme pode ser observado na Tabela 2.6, foram encontrados 46,7 % do total de espécies de Coleoptera ($S_{obs} = 28$), nas áreas do tratamento com plantio em cova grande (Cg) e do entorno (En). Seguidas das áreas dos tratamentos com plantio em cova pequena, Cp (45,0 % e $S_{obs} = 27$), do tratamento Scp (40,0% e $S_{obs} = 24$), e do tratamento Ecp (30,0% e $S_{obs} = 18$). Assim como ocorreu com a fauna epigéica, o preparo do solo com enxada rotativa e cova pequena (Ecp), apresentou menor riqueza observada. Contudo, não verificou-se diferença estatística significativa (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$), entre as médias de riquezas observadas nos tratamentos e área de entorno, e entre as coletas (estações do ano). Esse fato pode estar ligado a utilização da enxada rotativa destruir a estrutura do solo, causando efeitos no desenvolvimento de espécies que tem sua fase imatura no solo.

Tabela 2.6 – Espécies de coleópteros coletadas com armadilhas de solo, em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

(continua)

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
	N. (%)					
Anthicidae						
<i>Acanthinus</i> sp.1	-	-	-	1 (0,9) pf	1 (0,7) pf	2 (0,4) pf
<i>Acanthinus</i> sp.2	1 (0,7) pf	-	-	2 (1,9) pf	-	3 (0,5) pf
Brachyderidae						
Erirrhinae sp.1	2 (1,4) pf	-	-	3 (2,8) pf	-	5 (0,9) pf
Erirrhinae sp.2	-	5 (6,3) pf	2 (2,3) pf	-	-	7 (1,3) pf
Buprestidae						
<i>Taphrocerus</i> sp.1	-	1 (1,3) pf	-	-	-	1 (0,2) pf
Carabidae						
<i>Ardistomis</i> sp.1	2 (1,4) pf	-	-	1 (0,9) pf	-	3 (0,5) pf
<i>Blennidus</i> sp.1	4 (2,9) pf	2 (2,5) pf	6 (6,8) pf	5 (4,6) pf	14 (10,2) pf	31 (5,6) pf
<i>Distichus (Distichus)</i> sp.1	12 (8,6) pf	2 (2,5) pf	8 (9,1) pf	5 (4,6) pf	5 (3,6) pf	32 (5,8) pf
<i>Marsyas</i> sp.1	-	1 (1,3) pf	-	-	-	1 (0,2) pf
<i>Megacephala (Tetracha) brasiliensis</i> (Kirby, 1818)	7 (5,0) pf	3 (3,8) pf	2 (2,3) pf	3 (2,8) pf	5 (3,6) pf	20 (3,6) pf
<i>Notiobia (Anisotarsus)</i> sp.1	6 (4,3) pf	2 (2,5) pf	4 (4,5) pf	4 (3,7) pf	2 (1,5) pf	18 (3,3) pf
<i>Notiobia (Anisotarsus)</i> sp.2	-	-	-	1 (0,9) pf	-	1 (0,2) pf
<i>Polpochila (Polpochila) impressifrons</i> Dejean, 1831	-	-	1 (1,1) pf	-	-	1 (0,2) pf
<i>Stenolophus</i> sp.1	4 (2,9) pf	2 (2,5) pf	-	1 (0,9) pf	25 (18,2) f	32 (5,8) pf
<i>Stenolophus</i> sp.2	6 (4,3) pf	1 (1,3) pf	3 (3,4) pf	5 (4,6) pf	5 (3,6) pf	20 (3,6) pf
<i>Stenolophus</i> sp.3	3 2,2 pf	-	2 (2,3) pf	-	-	5 (0,9) pf
Chrysomelidae						
<i>Bradycassis drewseni</i> (Boheman, 1855)	-	2 (2,5) pf	1 (1,1) pf	1 (0,9) pf	2 (1,5) pf	6 (1,1) pf

Tabela 2.6 – Espécies de coleópteros coletadas com armadilhas de solo, em um plantio de nogueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
	N. (%)					
<i>Caraguata</i> sp.1	-	-	1 (1,1) pf	2 (1,9) pf	-	3 (0,5) pf
<i>Chaetocnema</i> sp.1	-	1 (1,3) pf	-	-	-	1 (0,2) pf
<i>Colaspis</i> sp.1	-	2 (2,5) pf	-	-	-	2 (0,4) pf
<i>Systema</i> sp.1	2 (1,4) pf	-	-	-	-	2 (0,4) pf
Chrysomelini sp.1	3 (2,2) pf	3 (3,8) pf	-	2 (1,9) pf	1 (0,7) pf	9 (1,6) pf
Eumolpini sp.1	-	-	-	-	1 (0,7) pf	1 (0,2) pf
Curculionidae						
<i>Asynonychus</i> sp.1	1 (0,7) pf	-	-	-	-	1 (0,2) pf
<i>Byzes</i> sp.1	-	-	-	-	1 (0,7) pf	1 (0,2) pf
<i>Conotrachelus</i> sp.1	-	-	-	1 (0,9) pf	-	1 (0,2) pf
<i>Pantomorus</i> sp.1	-	-	-	-	1 (0,7) pf	1 (0,2) pf
<i>Pantomorus</i> sp.2	2 (1,4) pf	2 (2,5) pf	-	-	3 (2,2) pf	7 (1,3) pf
Apostasimerini sp.1	-	1 (1,3) pf	-	-	5 (3,6) pf	6 (1,1) pf
Apostasimerini sp.2	-	-	-	-	2 (1,5) pf	2 (0,4) pf
Dryophthoridae						
<i>Sphenophorus brunnipennis</i> (Germar, 1824)	-	1 (1,3) pf	-	2 (1,9) pf	1 (0,7) pf	4 (0,7) pf
Elateridae						
<i>Conoderus alfredei</i> G. Tomé, 1995	-	-	-	3 (2,8) pf	-	3 (0,5) pf
<i>Heteroderes</i> sp.1	-	-	-	2 (1,9) pf	1 (0,7) pf	3 (0,5) pf
Geotrupidae						
<i>Neoathyreus lanuginosus</i> (Klug, 1843)	2 (1,4) pf	-	-	-	-	2 (0,4) pf

(continuação)

Tabela 2.6 – Espécies de coleópteros coletadas com armadilhas de solo, em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	(continuação)					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
	N. (%)					
Histeridae						
<i>Euspilotus (Euspilotus) sp.1</i>	-	-	-	2 (1,9) pf	-	2 (0,4) pf
<i>Operclipygus sp.1</i>	1 (0,7) pf	-	-	-	-	1 (0,2) pf
Exosternini sp.1	-	1 (1,3) pf	-	-	-	1 (0,2) pf
Limnichidae						
<i>Corrinea sp. 1</i>	-	-	2 (2,3) pf	-	-	2 (0,4) pf
Lycidae						
<i>Idiopteron sp.1</i>	-	1 (1,3) pf	2 (2,3) pf	-	-	3 (0,5) pf
Meloidae						
<i>Epicauta sp.1</i>	1 (0,7) pf	1 (1,3) pf	-	-	-	2 (0,4) pf
Melolonthidae						
<i>Diloboderus abderus</i> (Sturm, 1826)	55 (39,6) mf	41 (51,3) mf	47 (53,4) mf	43 (39,8) mf	40 (29,2) mf	226 (40,9) mf
Nitidulidae						
<i>Lasiodactylus sp.1</i>	8 (5,8) pf	2 (2,5) pf	-	2 (1,9) pf	1 (0,7) pf	13 (2,4) pf
Ptilodactylidae						
<i>Ptilodactyla sp.1</i>	4 (2,9) pf	-	-	2 (1,9) pf	-	6 (1,1) pf
<i>Ptilodactyla sp. 2</i>	-	-	1 (1,1) pf	-	2 (1,5) pf	3 (0,5) pf
Scarabaeidae						
<i>Ataenius opatrinus</i> Harold, 1867	-	-	-	-	2 (1,5) pf	2 (0,4) pf
<i>Ataenius platensis</i> (Blanchard, 1846)	2 (1,4) pf	-	3 (3,4) pf	1 (0,9) pf	5 (3,6) pf	11 (2,0) pf
<i>Canthon (Canthon) lituratus</i> (Germar, 1813)	1 (0,7) pf	-	-	-	2 (1,5) pf	3 (0,5) pf
<i>Canthon (Canthon) virens chalybaeus</i> Blanchard, 1845	2 (1,4) pf	-	1 (1,1) pf	1 (0,9) pf	3 (2,2) pf	7 (1,3) pf
<i>Canthon (Canthon) sp.1</i>	1 (0,7) pf	-	-	-	-	1 (0,2) pf

Tabela 2.6 – Espécies de coleópteros coletadas com armadilhas de solo, em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	(conclusão)					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
	N. (%)	N. (%)	N. (%)	N. (%)	N. (%)	N. (%)
<i>Deltochilum (Deltohyboma) sculpturatum</i> Felsche, 1907	-	1 (1,3) pf	1 (1,1) pf	-	-	2 (0,4) pf
<i>Uroxys</i> sp.1	-	-	-	-	3 (2,2) pf	3 (0,5) pf
Staphylinidae						
<i>Atheta</i> sp.1	-	1 (1,3) pf	-	-	-	1 (0,2) pf
<i>Atheta</i> sp.2	-	1 (1,3) pf	-	-	-	1 (0,2) pf
<i>Eulissus chalybaeus</i> Mannerheim, 1830	-	-	-	2 (1,9) pf	-	2 (0,4) pf
<i>Hamotus</i> sp.1	-	-	-	1 (0,9) pf	-	1 (0,2) pf
<i>Osorius</i> sp.1	2 (1,4) pf	-	-	8 (7,4) pf	2 (1,5) pf	12 (2,2) pf
<i>Quedius</i> sp.1	-	-	-	2 (1,9) pf	-	2 (0,4) pf
Aleocharinae sp.1	4 (2,9) pf	-	-	-	1 (0,7) pf	5 (0,9) pf
Tenebrionidae						
<i>Lagria villosa</i> (Fabricius, 1783)	1 (0,7) pf	-	-	-	-	1 (0,2) pf
<i>Strongylium</i> sp.1	-	-	1 (1,1) pf	-	1 (0,7) pf	2 (0,4) pf
Total N. (%)	139 (25,2)	80 (14,5)	88 (15,9)	108 (19,6)	137 (24,8)	552 (100,0)
Riqueza observada (S_{obs})	27 (45,0)	24 (40,0)	18 (30,0)	28 (46,7)	28 (46,7)	60 (100,0)

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Número total de indivíduos (N.). Frequência relativa (%): mf = muito frequente, f = frequente e pf = pouco frequente.

Fonte: Autor (2016).

Para avaliar a relação existente entre a abundância e a riqueza de espécies, nos diferentes tratamentos e área de entorno, foram calculados os índices de Shannon e Pielou, apresentados na Tabela 2.7. Os dados da Tabela 2.7 demonstram que a riqueza observada influenciou na determinação do índice de Shannon de maneira que o tratamento Ecp, apresentou-se menor em cinco das oito coletas realizadas, enquanto que o tratamento Cp foi maior em três das oito coletas realizadas. Também, quanto ao total encontrado nos tratamentos, o plantio em cova grande (Cg) apresentou maior índice de diversidade ($H' = 2,54$), ficando atrás da área do entorno ($H' = 2,55$), já o tratamento com preparo do solo com enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), apresentou a menor diversidade ($H' = 1,89$).

Entre as estações do ano avaliadas, o inverno de 2014 exibiu o maior índice de diversidade de Shannon ($H' = 2,49$) e o menor índice foi encontrado para o verão de 2015, o mesmo foi observado nos índices de uniformidade ($J' = 0,88$ e $J' = 0,36$, respectivamente) (Tabela 2.7). Este fato, pode ser explicado pelo acúmulo de precipitação, uma vez que foi encontrada correlação significativa positiva entre os índices de Shannon e a precipitação acumulada entre as datas de coleta ($r_s = 0,873$, $p < 0,01$). No mês de julho, anterior a coleta realizada no inverno de 2014, foram registrados 280,4 mm, já no mês de janeiro, anterior a coleta realizada no verão de 2015, foram registrados 190,0 mm, conforme pode ser observado no ANEXO C.

Tabela 2.7 – Diversidade e equitabilidade de espécies de Coleoptera coletadas em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.

Estações do ano	Índice de diversidade de Shannon (H')						Equitabilidade de Pielou (J')					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total	Cp	Scp	Ecp	Cg	En	Total
Verão 2014	0,97	0,96	0,48	0,66	1,33	1,29	0,70	0,60	0,70	0,60	0,69	0,48
Outono 2014	1,33	1,10	1,55	1,83	1,33	2,33	0,96	1,00	0,96	0,94	0,96	0,84
Inverno 2014	1,39	2,03	0,00	1,61	1,56	2,49	1,00	0,97	0,00	0,90	0,97	0,88
Primavera 2014	1,92	1,39	1,67	1,68	1,33	2,37	0,92	1,00	0,93	0,94	0,96	0,84
Verão 2015	1,02	0,57	0,66	1,12	0,92	1,06	0,49	0,41	0,37	0,54	0,51	0,36
Outono 2015	1,10	0,00	0,00	0,85	0,67	1,69	1,00	0,00	0,00	0,77	0,97	0,87
Inverno 2015	1,48	0,00	0,67	0,64	1,35	1,83	0,92	0,00	0,97	0,92	0,84	0,83
Primavera 2015	1,24	1,61	1,56	1,75	1,58	2,33	0,90	1,00	0,97	0,98	0,88	0,84
Total 2014	2,50	2,49	1,95	2,65	2,46	2,96	0,86	0,84	0,78	0,86	0,87	0,76
Total 2015	1,96	1,45	1,56	2,12	2,23	2,29	0,68	0,60	0,61	0,73	0,77	0,62
Total	2,48	2,16	1,89	2,54	2,55	2,72	0,75	0,68	0,66	0,76	0,77	0,66

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

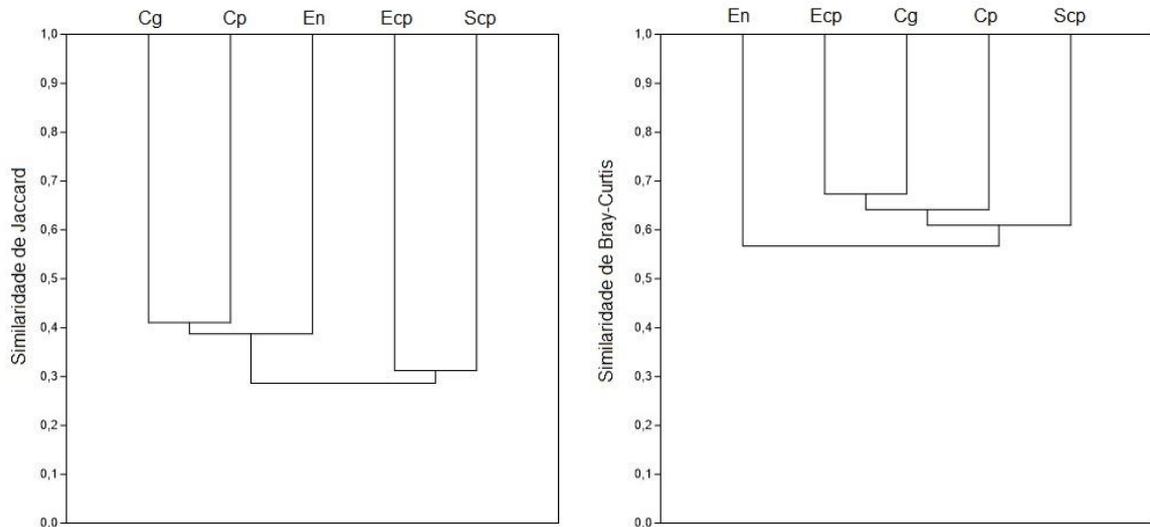
Fonte: Autor (2016).

As áreas dos tratamentos Scp e Cp, apresentaram valores absolutos de uniformidade ($J' = 1,00$), respectivamente, em três e duas das oito coletas realizadas. Entretanto, o tratamento Scp, assim como o tratamento Ecp, apresentaram os menores valores de uniformidade, com valores iguais a zero, em duas das coletas realizadas. Esse fato, pode ter influenciado no resultado total, cujos os menores valores estiveram presentes nos tratamentos Ecp e Scp, e os maiores em Cg e área de entorno (Tabela 2.7). Também verificou-se correlação significativa positiva para os índices de Shannon e a precipitação acumulada para os tratamentos Scp ($r_s = 0,913$, $p < 0,01$) e Cg ($r_s = 0,845$, $p < 0,01$), no entanto, a precipitação explica possivelmente, os maiores valores para os totais de Cg, e os menores valores de Scp.

Nesse sentido, infere-se que a manutenção do solo, sem preparo do mesmo, somente o coveamento com plantio em cova grande (Cg) pode ter favorecido a riqueza observada de espécies de coleópteros nas áreas deste tratamento, em detrimento da área do tratamento com utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena, por exemplo. Segundo Baretta et al. (2011), a subsolagem e a escarificação, ao revolverem a camada superior do solo provocam variações de temperatura e, conseqüentemente, na umidade do solo. Cabe ressaltar que os demais tratamentos não apresentaram correlação significativa com nenhuma das variáveis meteorológicas analisadas. O mesmo ocorreu com as correlações da abundância das espécies de Coleoptera que apresentaram frequência maior que 5 % (Tabela 2.6) e as variáveis meteorológicas.

Os agrupamentos com base na análise de similaridade, quantitativa de Bray-Curtis e qualitativa por Jaccard, são apresentados na Figura 2.3. A partir da similaridade de Jaccard (Figura 2.3), verificou-se que os tratamentos Cg ($S_{obs} = 28$) e Cp ($S_{obs} = 27$) apresentaram a maior similaridade em detrimento da área do entorno ($S_{obs} = 28$), no entanto, permaneceram no mesmo agrupamento. Esse agrupamento apresentou dissimilaridade em detrimento do grupo de menores riquezas observadas encontradas, formado pelos tratamentos Ecp ($S_{obs} = 18$) e Scp ($S_{obs} = 24$). Diante das similaridades encontradas, pode-se inferir que os tratamentos Cg e Cp não alteram de forma expressiva, a riqueza de Coleoptera uma vez que se assemelham a área do entorno, esse resultado corrobora com os parâmetros ecológicos (índice de diversidade e uniformidade), encontrados para Cg (Tabela 2.7). Já para o índice de similaridade de Bray-Curtis, verificou-se que a área do entorno, com 143 indivíduos, distanciou-se dos demais tratamentos, e desses a maior similaridade foi encontrada entre Ecp (95 indivíduos) e Cg (116 indivíduos) (Figura 2.3).

Figura 2.3 – Similaridade das espécies de Coleoptera coletadas nos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm); e, Área do entorno (En): correspondente ao somatório das coletas realizadas nas áreas localizadas nos sentidos nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste da área do plantio de noqueira-pecã.

Fonte: Autor (2016).

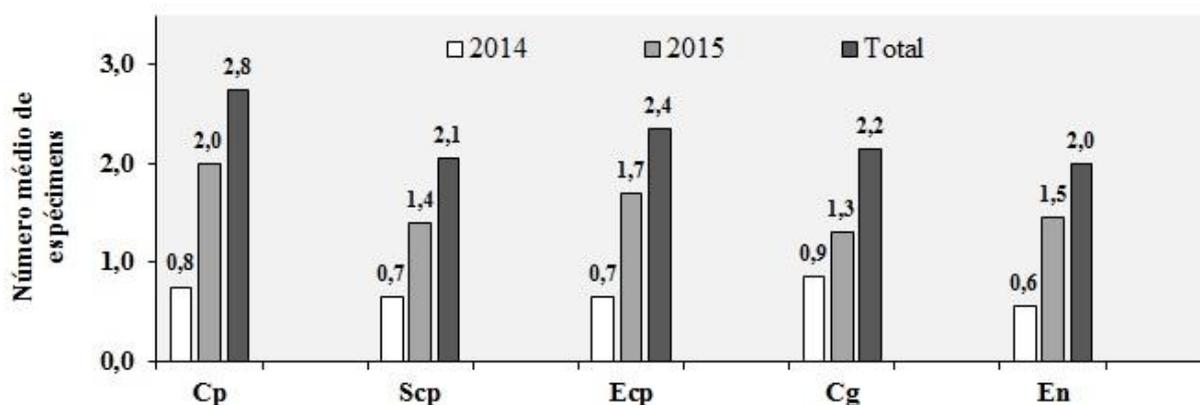
Da riqueza total de espécies de Coleoptera encontradas, que apresentaram as maiores frequências (maior que 5,0 %), foram *Diloboderus abderus* (Sturm, 1826) (Melolonthidae) com 40,9 % (226 indivíduos), seguida das espécies de Coreidae *Distichus* (*Distichus*) sp.1 e *Stenolophus* sp.1, ambas com 5,8% (32 indivíduos) e *Blennidus* sp.1, com 5,6 % (31 indivíduos). Todas as espécies representantes de Coreidae foram pouco frequentes nos tratamentos e área do entorno. *Blennidus* sp.1 apresentou maior frequência (10,2 %), na área de entorno e menor em Scp (2,5%); *D. (Distichus)* sp.1 também obteve 2,5 % da frequência no tratamento Scp, e maior frequência em Ecp (9,1 %); enquanto que *Stenolophus* sp.1 apresentou 18,2 % da frequência relativa na área do entorno, e não foi encontrado na área do tratamento Ecp (Tabela 2.6).

Blennidus sp.1 pertencente a tribo Pterostichini, essa tribo engloba espécies predadoras de pequenos artrópodos. *D. (Distichus)* sp.1, pertente a subfamília Scaritinae, sendo composta de espécies predadoras de larvas de coleópteros, lepidópteros e de outros pequenos artrópodos. *Stenolophus* sp.1, por sua vez, pertence a tribo Harpalini, essa tribo é constituída de espécies herbívoras espermófagas, em que larvas e adultos alimentam-se de sementes e frutos, e vivem no folhíço, sob gramíneas (MARINONI et al., 2001).

D. abderus foi a única espécie representante da família Melolonthidae capturada com armadilha de solo, e apresentou-se muito frequente em todos os tratamentos e na área do entorno, tendo sido verificada maior abundância em Ecp, com 47 indivíduos (53,4 %) e menor na área do entorno, com 40 indivíduos (29,2%) (Tabela 2.6). Cabe ressaltar que indivíduos adultos da espécie, contabilizados neste estudo, foram coletados apenas nas coletas realizadas no verão, em 14 de março de 2014 e 06 de fevereiro de 2015.

Não houve diferença estatística para as médias de abundância da espécie de *D. abderus* (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$, $n = 100$), nas áreas avaliadas dos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno do plantio de noqueira-pecã, para o período de coletas referente ao ano de 2014, 2015 e para o total levantado.

Figura 2.4 – Número médio de espécimes de *Diloboderus abderus* coletados nos diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de noqueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm); Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Fonte: Autor (2016).

D. abderus conhecido popularmente como coró-das-pastagens, é uma espécie univoltina e polífaga, sendo reportada a anos como praga no Rio Grande do Sul, na Argentina e no Uruguai, por causar danos expressivos à culturas agrícolas e as pastagens. Os adultos de *D. abderus* podem ser encontrados de novembro a abril, com maior frequência em janeiro e fevereiro, períodos em que ocorre o pico de oviposição (SALVADORI; PEREIRA, 2006). Esse fato pode explicar a coleta de exemplares adultos somente no verão, bem como a menor

média observada para o verão de 2014, uma vez que, a coleta foi realizada em março do mesmo ano, enquanto que em 2015 a coleta foi realizada no início de fevereiro.

De acordo com Silva e Salvadori (2004), as larvas de *D. abderus* constroem galerias no solo e, principalmente, no terceiro instar causam danos ao consumirem sementes, raízes e partes verdes das plantas, as quais são carregadas para as galerias. Segundo os mesmos autores, a incidência do inseto está associada ao sistema de plantio direto, devido aos restos culturais que estão ligados aos requisitos biológicos da espécie.

Dessa forma, o manejo utilizado pode ter favorecido a maior ocorrência da espécie nas áreas avaliadas do plantio, uma vez que roçadas mecânicas de limpeza eram realizadas constantemente, e os restos das plantas infestantes permaneciam depositadas sobre o solo. Segundo Correia e Oliveira (2005), a prática do plantio direto promove um ambiente favorável ao desenvolvimento do coró, uma vez que, assegura alimento, microclima propício e, como não há preparo do solo, as galerias construídas pelas larvas não são destruídas.

Garlet et al. (2009), registraram o ataque e larvas de *D. abderus* a mudas clonais de eucalipto, em um plantio com 45 dias. A injúria, segundo os autores, foi causada pela larva ao consumir todo o entorno do caule das plantas (na altura do coleto), que encontrava-se enterrado no solo, resultando na morte das mudas. Para o presente estudo, em mudas de *C. illinoensis* não foram verificados ataques da espécie, mesmo essa apresentando-se muito frequente nos locais de plantio.

2.3.3 Análises físicas e químicas do solo

Buscando verificar o possível impacto dos tratamentos sobre o sistema solo, foi realizada análise das propriedades físicas e químicas no mesmo, nas áreas onde se levantou a fauna epigéica. As análises físicas de densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total foram realizadas por Paulus (2015), em abril de 2014, enquanto que a porcentagem de argila foi realizada em fevereiro de 2015.

No entanto, não verificou-se diferença significativa (ANOVA, $p \geq 0,05$), para as propriedades físicas do solo avaliadas (Tabela 2.8). Assim, infere-se que os tratamentos em área de noqueira-pecã, com diferentes preparos do solo e coveamentos, dois anos após realizado o plantio não interferem nos atributos físicos analisados.

Tabela 2.8 – Porcentagem de argila, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, na profundidade de 0-0,10 m, em diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de nogueira-pecã, fevereiro de 2015, em Santa Maria, RS.

Tratamentos/ Entorno	Argila (%)	Densidade do Solo (g cm ⁻³)	Porosidade (cm ³ cm ⁻³)		
			Macro	Micro	Total
Cp	17,3 A	1,57 A	0,16 A	0,25 A	0,40 A
Scp	16,8 A	1,53 A	0,15 A	0,27 A	0,42 A
Ecp	17,6 A	1,46 A	0,21 A	0,25 A	0,46 A
Cg	17,8 A	1,61 A	0,14 A	0,28 A	0,42 A
En	17,8 A	-	-	-	-
CV (%)	7,9	6,2	11,6	9,1	7,7

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm); Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de nogueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância (n = 24, para argila, e n = 20 para as demais propriedades físicas).

Fonte: Porcentagem de argila (%), autor (2016), demais propriedades avaliadas (PAULUS, 2015).

Conforme expresso na Tabela 2.8, os valores médios encontrados para a porcentagem de argila, variaram de 16,8 % no tratamento Scp e 17,8 %, no tratamento Cg e área do entorno (En). Apresentando assim, textura média, confirmando a caracterização realizada por Paulus (2015), essa textura é considerada a melhor para implantação de *C. illinoensis* (BAKER; BROADFOOT, 1979). Segundo Streck et al. (2008), a classe de solo Argissolo Vermelho Distrófico arênico, possui no horizonte A, cerca de 10 % de argila.

Apesar dos tratamentos não diferirem estatisticamente entre si para as propriedades físicas do solo, observou-se correlação significativa positiva para a abundância de *D. abderus* com a porcentagem de argila encontrada no solo ($r_s = 0,763$, $p < 0,01$). Garlet et al. (2009), verificaram maior ocorrência de ataque de *D. abderus*, em mudas de eucalipto, principalmente, em áreas de solo argiloso. Já a ordem Araneae, por sua vez, apresentou correlação significativa negativa entre a abundância e a porcentagem de argila ($r_s = -0,564$, $p < 0,05$), ou seja, sua abundância diminui à medida que aumenta a porcentagem de argila. Baretta et al. (2011), comenta que a compactação do solo altera diretamente os indivíduos que habitam os poros do solo, reduzindo-lhes a capacidade de criar galerias, como é o caso das aranhas. No entanto, não foi verificada correlação entre Araneae e os atributos de porosidade.

A densidade do solo consiste no peso seco de um determinado volume do sistema solo, considera portanto, os poros do solo, sendo que a degradação da estrutura do solo acarreta em um aumento da densidade do solo, que geralmente é utilizada como indicativo de degradação (AZEVEDO; DALMOLIN, 2006). No presente estudo, os valores variaram de $1,46 \text{ g cm}^{-3}$ para o tratamento Ecp, e $1,61 \text{ g cm}^{-3}$ para o tratamento Cg. Todos os valores apresentaram-se dentro dos limites da média recomendada por Baker e Broadfoot (1979), que é de $1,4\text{-}1,7 \text{ g cm}^{-3}$, no entanto, os mesmos autores indicam como o melhor para o cultivo de *C. illinoensis*, valores de densidade do solo menores que $1,4 \text{ g cm}^{-3}$, ou seja, solos menos compactados. Nesse sentido, o preparo do solo com enxada rotativa e plantio em cova pequena foi o que mais se aproximou da densidade ideal.

Para a densidade do solo, dois *taxa* da fauna epigéica apresentaram correlação significativa positiva, sendo eles Collembola ($r_s = 0,621$, $p < 0,05$) e Orthoptera ($r_s = 0,688$, $p < 0,05$). Ambos os *taxa* aumentaram a abundância na medida em que o solo apresenta maior densidade. De acordo com Baretta et al. (2011), a população de Collembola pode ser alterada pela ação antrópica, com o uso indiscriminado ou incorreto do solo. Segundo os mesmos autores, Orthoptera é composto por espécies de grilos, paquinhos ou gafanhotos, geralmente com hábitos terrestres e fitófagos.

A macroporosidade apresentou valores variando entre $0,14 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ no tratamento Cg e $0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ no tratamento Ecp. A microporosidade apresentou menores valores em Cp e Ecp, ambas com $0,25 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e maior valor em Cg, com $0,28 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. A porosidade total foi maior em Ecp, com $0,46 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e menor em Cp, com $0,40 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (Tabela 2.8). De acordo com Azevedo e Dalmolin (2006), os macroporos (diâmetro maior que 0,06 mm), são importante por permitirem a aeração e infiltração de água no solo, e os microporos (diâmetro menor que 0,06 mm) pelo armazenamento de água; enquanto que, a porosidade total é a soma dos micro e macroporos, em solos argilosos a porosidade total varia de 40 a 60 %. Não foi verificada correlação significativa entre a abundância dos *taxa* da fauna epigéica e a macro e microporosidade. Hemiptera apresentou correlação significativa negativa ($r_s = -0,733$, $p < 0,05$), para a porosidade total, ou seja, maior incidência verificada em solos compactados.

A porosidade depende do teor de matéria orgânica, e os solos com teores adequados de matéria orgânica comumente tendem a ser bem estruturados e com porosidade total maior (AZEVEDO; DALMOLIN, 2006). Os resultados encontrados no presente estudo, apesar de não diferirem estatisticamente (ANOVA, $p \geq 0,05$), apontam o contrário, com teor de matéria orgânica maior em Cp (2,3%) e menor em Ecp (1,5%) (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 – Matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), micronutrientes (B, Cu e Zn) e macronutrientes (P, S, K, Al, Ca e Mg), em diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de nogueira-pecã, fevereiro de 2015, em Santa Maria, RS.

Tratamentos/ Entorno	MO (%)	pH (H ₂ O)	Micronutrientes		
			B	Cu	Zn
			(mg dm ⁻³)		
Cp	2,3 A	5,1 A	0,5 A	1,3 A	1,1 A
Scp	1,9 A	5,0 A	0,6 A	1,4 A	1,0 A
Ecp	1,5 A	5,0 A	0,5 A	1,2 A	0,5 A
Cg	2,2 A	5,0 A	0,6 A	1,5 A	1,3 A
En	1,7 A	4,9 A	0,5 A	1,3 A	1,1 A
CV (%)	11,3	3,1	17,1	17,6	27,4

Tratamentos/ Entorno	Macronutrientes					
	P	S	K	Al	Ca	Mg
	(mg dm ⁻³)			(cmol _c dm ⁻³)		
Cp	6,7 A	14,2 A	103,5 A	0,3 A	2,6 A	1,0 A
Scp	6,1 A	14,7 A	91,3 A	0,3 A	2,2 A	0,9 A
Ecp	4,8 A	13,3 A	87,3 A	0,3 A	2,1 A	0,9 A
Cg	6,7 A	13,6 A	80,9 A	0,4 A	2,6 A	0,9 A
En	3,9 A	12,8 A	63,0 A	0,5 A	2,0 A	0,8 A
CV (%)	16,8	11,5	15,4	16,8	8,9	17,6

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm); Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de nogueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância (n = 25).

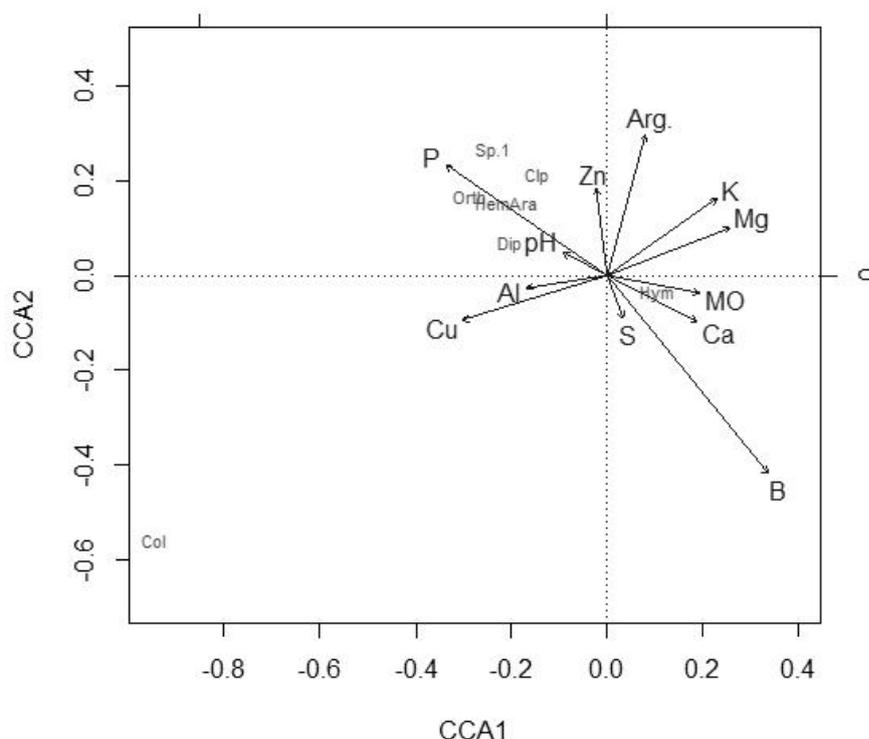
Fonte: Autor (2016).

O teor de matéria orgânica ideal para o cultivo de nogueira-pecã, segundo Baker e Broadfoot (1979) é maior que 2 % e a média entre 1 e 2 %. Para as propriedades químicas, assim como a matéria orgânica, não verificou-se diferenças significativas (ANOVA, $p \geq 0,05$) entre as médias encontradas nos diferentes preparos de solo e coveamentos (Tabela 2.9).

Cabe ressaltar os baixos valores de pH e zinco (Zn), encontrados no solo em todas as áreas dos tratamentos. Nesse sentido, mesmo que houvesse níveis adequados de zinco a sua disponibilidade depende do pH do solo, na aplicação de nitrogênio e fósforo (WELLS, 2013).

Uma vez que não foram verificadas diferenças entre os atributos químicos do solo, considerou-se a área do plantio homogênea pelas propriedades químicas avaliadas. Assim, a análise de correspondência canônica (CCA) foi realizada com os atributos químicos do solo como variáveis ambientais a fim de verificar a distribuição dos *taxa* de maior frequência da fauna epigéica e da espécie *D. abderus*, conforme pode ser observado na Figura 2.6.

Figura 2.5 – Análise de correspondência canônica entre as propriedades químicas do solo e os *taxa* coletados em diferentes preparos de solo e coveamentos e área do entorno em um plantio de nogueira-pecã, de março de 2014 a novembro de 2015, em Santa Maria, RS.



Propriedades químicas do solo: matéria orgânica (MO); potencial hidrogeniônico (pH); boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), fósforo (P), enxofre (S), alumínio (Al), cálcio (Ca) e manganês (Mg).

Taxa: Araneae (Ara); Collembola (Col); Coleoptera (Clp); Diptera (Dip); Hemiptera (Hem); Hymenoptera (Hym); Orthoptera (Orth); e, *Diloboderus abderus* (Sp.1).

Fonte: Autor (2016).

A partir da Figura 2.6 verifica-se que o eixo 1 (CCA1) explicou 58,5 % dos atributos ecológicos dos *taxa* da fauna epigéica e propriedades químicas do solo, enquanto que o eixo 2 (CCA2) explicou 20,7 %. Desse modo, os eixos CCA1 e CCA2 representaram 79,2 % da variação encontrada.

Observa-se que houve influência não muito forte, visto que os pontos estão próximos da origem, do pH na distribuição de Diptera. No entanto, esse grupo é considerado não edáfico (BARETTA et al., 2006b). O mesmo ocorreu com o elemento fósforo (P) que influenciou na distribuição de *D. abderus* e Coleoptera. Enquanto que, solos com cobre (Cu) tem uma forte tendência a influenciar na incidência de Collembola (Figura 2.6). Segundo Antonioli et al. (2013), os metais pesados Cu e Zn têm ação negativa sobre a população de colêmbolos no solo. Nesse sentido, normalmente, a solubilidade e, conseqüentemente, a

movimentação dos micronutrientes catiônicos, como é o caso do cobre, aumenta com a diminuição do pH do solo (CAMARGO, 2006).

Depois do nitrogênio o fósforo é o elemento mais limitante para o crescimento dos vegetais na maioria dos solos (MARENCO; LOPES, 2009), para a cultura da noqueira-pecã ele é importante no armazenamento de energia, para produção de madeira e nozes (WELLS, 2013). De acordo com Santos, Gatiboni e Kaminski (2008), a dinâmica do fósforo no solo está relacionada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, que por sua vez, imobilizam ou liberam os íons ortofosfato. No presente estudo, foram encontrados os valores mais altos desse elemento nas áreas dos tratamentos Cp e Cg, ambos com $6,7 \text{ mg dm}^{-3}$, nesses mesmos tratamentos foram verificadas as maiores riquezas de espécies e densidades de espécies de Coleoptera, em detrimentos dos demais preparos do solo e coveamentos em noqueira-pecã (Tabela 2.6).

D. abderus apresentou correlação significativa positiva entre a abundância e o pH do solo ($r_s = 0,627$, $p < 0,01$) e significativa negativa entre a abundância e o elemento alumínio ($r_s = -0,428$, $p < 0,05$), o mesmo ocorreu para Coleoptera e o alumínio ($r_s = -0,510$, $p < 0,05$). O alumínio é um elemento que mesmo em pequenas quantidades pode provocar efeitos negativos nas plantas, e sua disponibilidade também está relacionada com o pH, assim o alumínio aumenta na solução do solo quando o pH está abaixo de 5,5 (AZEVEDO; DALMOLIN, 2006).

Em estudo realizado por Portilho et al. (2011), com avaliação da fauna edáfica em sistemas de integração lavoura-pecuária houve correlação significativa positiva entre o elemento alumínio e a família de Chrysomelidae (Coleoptera). Segundo os autores, a família em questão pode atuar como indicador sensível de ambientes em solos com saturação por alumínio. O mesmo pode ser sugerido, no presente estudo, para a ordem Coleoptera e suas espécies, em especial a *D. abderus*.

Os grupos de artrópodos epigéicos, interferem no processo de fragmentação da matéria orgânica e liberação de nutrientes, mesmo que indiretamente, pois não redistribuem ativamente esses nutrientes para as plantas, nesse grupo está inclusa a ordem Coleoptera (BIGNELL et al., 2010). Marinoni (2001), classifica como detritívoro, o grupo trófico dos coleópteros que consomem partículas (resíduos, detritos, incluindo líquidos) resultantes da decomposição de células e tecidos animais ou vegetais. Nesse sentido, nas áreas avaliadas de diferentes preparos do solo e coveamentos em noqueira-pecã, encontraram-se seis famílias de Coleoptera denominadas detritívoras (Geotrupidae, Limnichidae, Ptilodactylidae,

Scarabaeidae, Staphylinidae e Tenebrionidae), segundo a classificação de Marinoni et al. (2001).

2.3.4 Crescimento das plantas de noqueira-pecã

Os valores médios da mensuração do crescimento das plantas de noqueira-pecã, no segundo (2014) e no terceiro (2015) ano após o plantio, referentes ao diâmetro a altura do coleto e a altura das plantas, e o incremento para esses dois parâmetros encontram-se descritos na Tabela 2.10.

Tabela 2.10 – Valores médios de diâmetro do coleto (\emptyset), altura (h) e incremento médio anual (IMA) de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos. Em março de 2014 e março de 2015, em Santa Maria, RS.

Tratamentos	Março de 2014		Março de 2015		IMA	
	\emptyset (mm)	h (m)	\emptyset (mm)	h (m)	\emptyset (mm)	h (m)
	Média \pm σ		Média \pm σ		Média \pm σ	
Cp	22,8 \pm 2,9 bA	1,9 \pm 0,3 bA	34,1 \pm 5,5 aA	2,8 \pm 0,5 aA	11,3 \pm 4,8 A	1,1 \pm 0,3 A
Scp	23,4 \pm 4,9 bA	1,9 \pm 0,6 bA	40,4 \pm 6,6 aAB	3,0 \pm 0,5 aA	17,0 \pm 7,0 A	1,1 \pm 0,5 AB
Ecp	22,3 \pm 3,4 bA	2,0 \pm 0,3 bA	37,4 \pm 5,3 aAB	2,7 \pm 0,4 aA	15,1 \pm 4,6 A	0,8 \pm 0,3 AB
Cg	27,7 \pm 4,6 bA	2,3 \pm 0,4 bA	44,7 \pm 9,4 aB	3,1 \pm 0,4 aA	17,1 \pm 6,4 A	0,8 \pm 0,3 B

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm);

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância (n = 80).

Fonte: Autor (2016).

Conforme pode-se observar na Tabela 2.10, houve diferença significativa (ANOVA, $p \leq 0,05$), para o diâmetro e a altura entre os anos de 2014 e 2015, sendo os maiores valores verificados para 2015, em todos os tratamentos. O tratamento com plantio em cova pequena (Cp), apresentou menor diâmetro médio a altura do coleto em 2015 ($\emptyset = 34,1$ mm), enquanto que o maior diâmetro ($\emptyset = 44,7$ mm), no mesmo ano, foi encontrado para o tratamento com plantio em cova grande.

O incremento médio anual (IMA), refere-se a diferença encontrada entre 2014 e 2015, para valores de diâmetro a altura do coleto e altura das plantas de noqueira-pecã. Os valores

de IMA para altura das plantas apresentou diferença estatística (ANOVA, $p \leq 0,05$), sendo a maior média verificada para o tratamento Cp e a menor para o tratamento Cg, mesmo assim, as plantas de noqueira-pecã possuem maior altura e diâmetro (Tabela 2.10).

Os resultados corroboram com estudo desenvolvido na mesma área por Paulus (2015), segundo o autor que o preparo do solo em cova grande proporcionou maior crescimento em altura e diâmetro, assim como no comprimento de raízes aos 21 meses até os 24 meses após o plantio, enquanto que o plantio em cova pequena reduziu o crescimento radicular e da parte aérea. Cabe ressaltar que o incremento apresentado no presente estudo, refere-se somente a um ano de avaliação, averiguações a longo prazo, podem vir a elucidar melhor os resultados encontrados.

Verifica-se a partir dos resultados de crescimento das plantas de noqueira-pecã, que o tratamento com plantio em cova grande mantém o equilíbrio ambiental existente nas áreas em que foi implementado. Esse fato é corroborado pelos parâmetros ecológicos observados para a área do tratamento Cg, em detrimento dos demais tratamentos, uma vez que apresentou bons índices de diversidade e uniformidade tanto para fauna epigéica, quanto para as espécies de Coleoptera, bem como suas riquezas observadas, nas condições relatadas no presente trabalho.

Nesse sentido, Santana et al. (2013), realizaram um levantamento da fauna epiedáfica na área do estudo no primeiro semestre de 2012, ou seja, logo após o preparo do solo e plantio das mudas de noqueira-pecã. Os autores chegaram à conclusão que a manutenção de um ambiente sem perturbação favorece a diversidade e abundância de organismos do solo, uma vez que o tipo de preparo de solo interfere na comunidade de solo.

2.4 CONCLUSÕES

Os diferentes preparos de solo e coveamentos em plantio de noqueira-pecã alteram a diversidade da fauna epigéica.

O preparo do solo com utilização de enxada rotativa e plantio em cova pequena, adotados no presente estudo, afeta de maneira negativa a manutenção da diversidade da fauna epigéica e espécies de Coleoptera.

O plantio de noqueira-pecã em Argissolo Vermelho, realizado em cova grande de 40 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade, nas condições do presente estudo, promove a manutenção da diversidade de coleópteros.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 88 p.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AMARAL, A. A.; SANTOS, G. M. Artrópodes do solo em áreas antrópicas com diferentes coberturas vegetais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 22, p. 62-71, 2015.
- ANTONIOLLI, A. I. et al. Metais pesados, agrotóxicos e combustíveis: efeito na população de colêmbolos no solo. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, p.992-998, 2013.
- AYRES, M., et al. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364 p.
- AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e ambiente: uma introdução**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2006. 100 p.
- BAKER, J. B.; BROADFOOT, W. M. **A practical field method of site evaluation for eight important southern hardwoods**. New Orleans: USDA. Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1979. 31 p.
- BARETTA, D. et al. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p.1675-1679, 2006b.
- BARETTA, D. et al. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 5, n. 2, p. 108-117, 2006a.
- BARETTA, D. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetadas pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003.
- BARETTA, D. et al. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.7, p. 119-170. 2011.
- BARETTA, D. et al. Trap and soil monolith sampled edaphic spiders (Arachnida: Araneae) in *Araucaria angustifolia* forest. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 4, p. 375-383. 2007.
- BENAZZI, E. S. et al. Impactos dos métodos de colheita da cana-de-açúcar sobre a macrofauna do solo em área de produção no Espírito Santo – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3425-3442, 2013.
- BIGNELL, D. et al. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: UFLA, 2010. cap. 3, p. 79-128.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, v. 27, n. 4, p. 325-349, 1957.

BROWN, G. G. et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L. M. et al. (Eds.). **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015. cap. 10, p. 122-154.

CAJAIBA, R. L.; SILVA, W. B. Abundância e Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) de Solo em Fragmentos de Capoeira ao Entorno da Zona Urbana do Município de Uruará - PA, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 1, p. 30-37, 2015.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.

CAMARGO, A. O. Reações e interações de micronutrientes no solo. **Infobibos**, artigo em hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/Micronutrientes/Index.htm>. Acesso em: 31 mar. 2016.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369 p.

CASSAGNE, N. et al. Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. **Pedobiologia**, v. 50, p. 127-134. 2006.

COLWELL, R. K. **EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0**. 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M. **Os Diplópodes e suas associações com micro-organismos na ciclagem de nutrientes**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 41 p. (Documentos, 199).

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 77- 99.

FAZOLIN, M. **Análise faunística de insetos coletados em seringueira no Acre**. 1991. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

FORTI, L. C. et al. Ordem Coleoptera. In: FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. cap. 9, p. 187-226.

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo de noqueira-pecã**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, 2013. 301 p.

FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. 391 p.

GARLET, J. et al. Danos provocados por coró-das-pastagens em plantas de eucalipto. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 575-576, 2009.

GARLET, J. et al. Fauna de Coleoptera edáfica em eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da matocompetição. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 239-248, 2015.

GARLET, J.; COSTA, E. C.; BOSCARDIN, J. Caracterização da fauna edáfica em plantios de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 337-344, 2013.

GEISEL, A; BOFF, M. I. C.; BOFF, P. Seasonal activity and foraging preferences of the leaf-cutting ant *Atta sexdens piriventris* (Santschi) (Hymenoptera: Formicidae). **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 552-557, 2013.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4. ed. Tradução Sonia Maria Marques. São Paulo: Roca, 2012. 480 p.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. **Bulletin de la Société Voudoise des Sciences Naturelles**, n. 37, p. 547-279. 1901.

KARYANTO, A. et al. Collembola, Acari e outros grupos da mesofauna do solo – O método de Berlese. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: UFLA, 2010. cap. 5, p. 135-149.

LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L.; PRADO, P. I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 62-69, jul. 2005.

LOECK, A. E.; GRÜTZMACHER, D. D.; STORCH, G. Distribuição geográfica de *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919, nas principais regiões agropecuárias do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7 n. 1, p. 54-57, 2001.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade ecológica**. Tradução Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed. da UFPR, 2011. 261 p.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: das magnoliáceas às flacurtiáceas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1997. 271 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 486 p.

MARINONI, R. C. et al. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 64 p.

MARINONI, R. C. Os grupos tróficos em Coleoptera. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 205-224, 2001.

MARINONI, R. C.; GANHO, N. G. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 737-744, 2003.

MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S. Composição da coleopterofauna em ambientes com diferentes sistemas de manejo, um enfoque na atratividade. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, n. 1, p. 108-118, 2014.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

PAULUS, E. **Preparo do solo no estabelecimento inicial da noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch em Argissolo Vermelho no Rio Grande Do Sul**. 2015. 93 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

PORTILHO, I. I. R. et al. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1310-1320, 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<http://cran-r.c3sl.ufpr.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. 810 p.

RASEIRA, A. **A cultura da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. Pelotas: EMBRAPA, 1990, 3 p. (Comunicado Técnico, 63).

ROVEDDER, A. P. M. et al. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n. 2, p. 87-96, 2004.

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S. **Manejo integrado de corós em trigo e culturas associadas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 203). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co203.htm>. Acesso em: 09 mar. 2016.

SANTANA, N. A. et al. Efeito do preparo do solo na fauna epiedáfica em cultivo de noqueira-pecã. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 576-586, 2008.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, M. T. B.; SALVADORI, J. R. Coró-das-pastagens. In: SALVADORI, J. R. et al. **Pragas de Solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. v. 1, p. 191-210.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres LTDA., 1976, 419 p.

SOARES, M. I. J.; COSTA, E. C. Fauna do solo em áreas com *Eucalyptus* spp. e *Pinus elliottii*, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 29-43, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. SBCS. Comissão de Química e Fertilidade do solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater-RS/ASCAR, 2008. 222p.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Tradução Gison Rudinei Pires Moreira et al. 2. ed. Porto Alegre: Armed, 2006. 592 p.

VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas a fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 95-98, dez. 1998.

WELLS, L. (Ed.). **Southeastern pecan growers' handbook**. Georgia: University of Georgia, 2013. 236 p.

3 ARTRÓPODOS ASSOCIADOS A UM PLANTIO DE NOGUEIRA-PECÃ SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS, CAPTURADOS COM ARMADILHA ADESIVA

3.1 INTRODUÇÃO

Com o aumento dos plantios de noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] no Brasil, localizados, principalmente, na região sul do país, crescem também as preocupações com a incidência de insetos-praga, isso porque, há uma maior oferta de alimentos para essas espécies.

Para a cultura da noqueira-pecã, entre as espécies-praga relatadas nos trabalhos divulgados no país, destaca-se como praga importante o “pulgão amarelo com asas de margens pretas” [*Monellia caryella* (Fitch, 1855) (Hemiptera: Aphididae)] (FRONZA; POLETTO; HAMANN, 2013). Segundo Gallardo et al. (2014), a espécie alimenta-se das folhas das plantas de noqueira-pecã, sugando a seiva.

Nos Estados Unidos, além de *M. caryella*, são relatadas mais três espécies de pulgões para a noqueira-pecã, são elas: o pulgão gigante da casca [*Longistigma caryae* (Harris, 1841)], o pulgão-preto [*Melanocallis caryaefoliae* (Davis, 1910)] e o pulgão-amarelo (*Monelliopsis pecanis* Bissel, 1983) (OSBURN et al., 1963; REE; KNUTSON, 1997; THOMPSON; CONNER, 2012). Segundo Thompson e Conner (2012), as duas últimas espécies citadas juntamente com *M. caryella*, constituem-se como uma das principais pragas da noqueira-pecã. Sendo também, uma das pragas mais amplamente distribuídas, com níveis de infestação que vão de médios a altos (ZAMORANO et al., 2013).

Nesse sentido, levantamentos populacionais e monitoramento das espécies-praga consistem no primeiro passo para o manejo integrado de pragas (MIP). Os adultos de *M. caryella* são alados, e a espécie produz de 16 a 32 gerações por ano (DREES; JACKMAN, 1998). Assim, de acordo com Resende et al. (2007), para captura e monitoramento eficientes de pulgões na fase alada, podem ser utilizadas armadilhas adesivas amarelas.

Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a diversidade de artrópodos coletados com armadilhas adesivas amarelas em plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, com ênfase na flutuação populacional de *Monellia caryella*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização e caracterização da área experimental

As informações referentes a localização e caracterização da área experimental na qual o presente trabalho foi desenvolvido estão descritas no item 2.2.1, do Capítulo 2.

3.2.2 Implantação e condução do plantio de noqueira-pecã

Os materiais e métodos utilizados na implantação e condução do plantio de noqueira-pecã do presente trabalho estão descritos no item 2.2.2, do Capítulo 2.

3.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental aplicado no presente estudo está descrito no item 2.2.3 do Capítulo 2.

3.2.4 Coleta com armadilha adesiva amarela

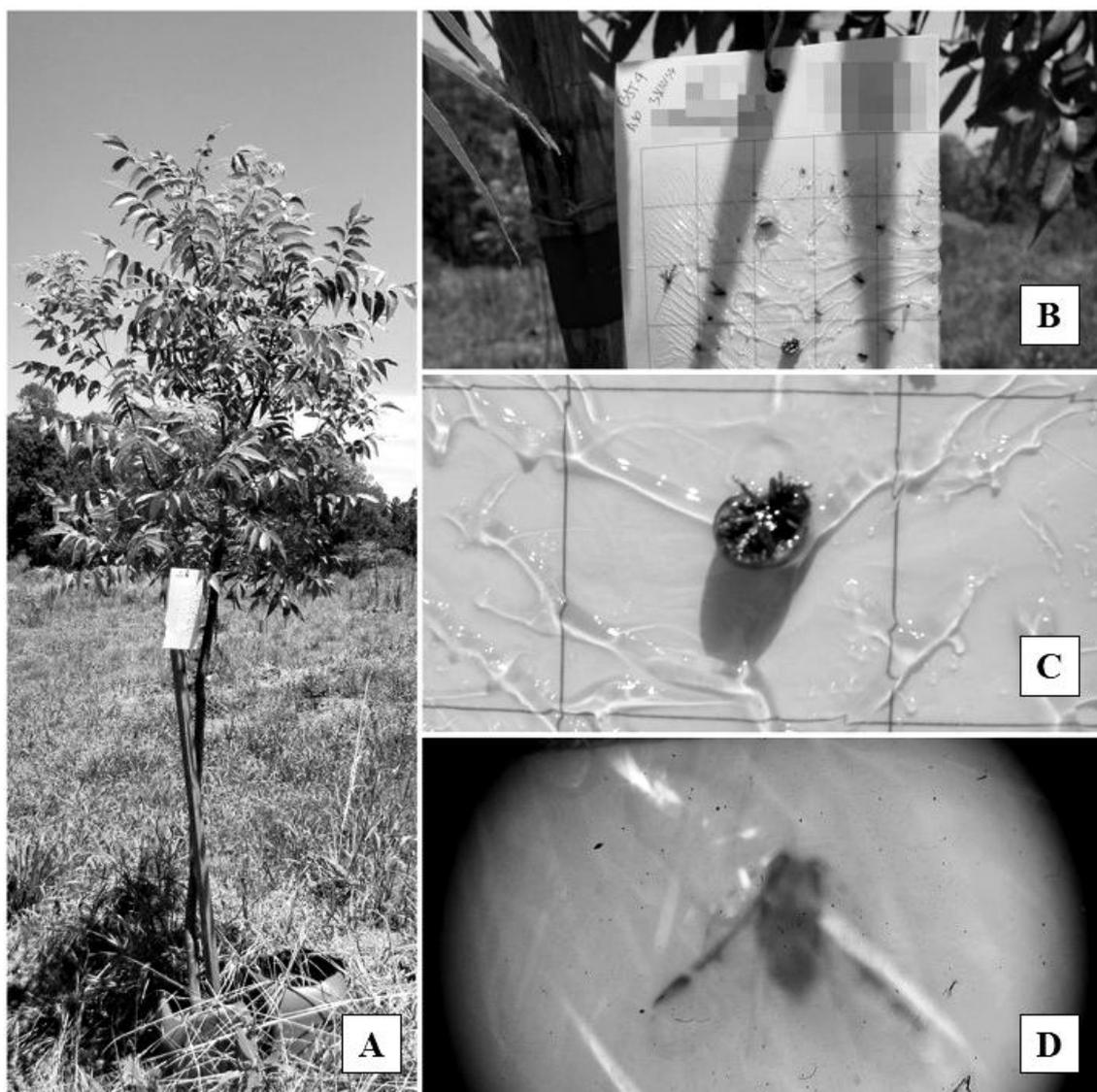
A fim de avaliar a densidade de artrópodos alados nas áreas dos diferentes preparos do solo e coveamento, em noqueira-pecã, foi escolhido o método de coleta passivo, que tem como base a atratividade pela cor, nesse caso armadilha adesiva amarela. As armadilhas adesivas amarelas utilizadas continham 23 x 11 cm, sendo que cada armadilha foi confeccionada com papel especial, em material biodegradável, contendo cola adesiva, com ambos os lados quadriculados (2 x 2 cm) a fim de facilitar a contagem dos insetos, marca ®Promip.

Para coleta, as armadilhas foram instaladas na parte inferior da copa de uma planta de maior altura e diâmetro do plantio (aproximadamente 1,5 m de altura da superfície do solo), e fixadas com um arame (Figura 3.1). As armadilhas permaneciam por 48 horas no local, e no momento da coleta eram envoltas em plástico filme, e levadas ao Laboratório de Entomologia Florestal da UFSM, para proceder à triagem e contagem dos exemplares.

Em cada data de coleta, foram instaladas cinco armadilhas, por tratamento, totalizando 20 armadilhas a cada data de coleta. As coletas foram realizadas, quinzenalmente, quando da não ocorrência de chuvas, de 14 março de 2014 a 20 de maio de 2015, exceto no período de

dormência vegetativa da nogueira-pecã (de maio a setembro de 2014). Assim, em todo o período de amostragem foram realizadas 18 coletas o que totalizou 360 armadilhas.

Figura 3.1 – Armadilhas adesivas amarelas em um plantio de nogueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.



Disposição da armadilha adesiva amarela em uma planta de nogueira-pecã (A); detalhe da armadilha adesiva amarela instalada (B); inseto adulto pertencente à família Coccinellidae (Coleoptera) (C) e adulto de *Monellia caryella* (D), capturados em armadilha adesiva amarela em plantio de nogueira-pecã.
Fonte: Autor (2016).

Para fins de comparação quanto a riqueza de *taxa*, foram instaladas armadilhas adesivas amarelas, na área do entorno (En), uma em cada área dos sentidos cardeais, a cerca de 30 metros do plantio, nas mesmas datas de coleta citadas acima para os tratamentos de

preparos do solo e coveamentos. Portanto, uma na área correspondente ao nordeste (NE), uma na área sudeste (SU), uma na área sudoeste (SO) e uma no noroeste (NO), totalizando quatro armadilhas por data de coleta e 72 em todo o período de coletas.

3.2.5 Triagem e identificação dos artrópodos

Após o período de exposição no campo, as armadilhas foram levadas ao laboratório, onde realizou-se à triagem, com auxílio de lupas estereoscópicas (Zoom 42 x), foram contabilizados todos os artrópodos capturados. Os artrópodos eram classificados de acordo com o *taxa* em: classe, subclasse, ordem, subfamília, família, e quando possível, em gênero e/ou espécie.

Para tal classificação foram utilizadas chaves dicotômicas e material de apoio (FUJIHARA et al. 2011; RAFAEL et al., 2012; CARRANO-MOREIRA, 2015). A espécie de Aphididae foi identificada por especialista da área conforme APÊNDICE C.

3.2.6 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados no presente estudo estão descritos no item 2.2.3 do Capítulo 2. Diferindo somente para os intervalos analisados, aqui foram utilizadas as médias das variáveis meteorológicas entre uma coleta e outra com armadilhas adesivas amarelas.

3.2.7 Análise dos parâmetros ecológicos

Os parâmetros ecológicos analisados foram: índices de frequência, diversidade, equitabilidade e similaridade. A frequência relativa (%) foi calculada pelo somatório dos dados das coletas, e calculada a percentagem de indivíduos de cada táxon, em relação ao total de indivíduos coletados em cada tratamento. A fórmula da frequência, segundo Silveira Neto et al. (1976), é dada por: $\% = N/N_t * 100$, em que: % = frequência relativa; N = número total de indivíduos de cada táxon; N_t = total de indivíduos capturados. A partir dos dados de frequência, determinou-se o intervalo de confiança (IC) da média com 5% de probabilidade, conforme Fazolin (1991): muito frequente (mf): número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 5 %; frequente (f): número de indivíduos situados dentro do IC a 5 %; e pouco frequente (pf): número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 5 %.

Para avaliar a diversidade de artrópodos nas áreas dos tratamentos no plantio de nogueira-pecã e área de entorno, foi utilizada uma medida “não paramétrica” de diversidade α , calculada a partir do Índice de Diversidade de Shannon (H'). Como uma medida de heterogeneidade, este índice considera o grau de uniformidade, ou também chamado de índice de Uniformidade ou Equitabilidade de Pielou (J'), na abundância e na riqueza de espécies. O índice de Shannon é resultado da seguinte equação: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, sendo que, p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrado no levantamento (MAGURRAN, 2011).

A similaridade da fauna de artrópodos capturados com armadilhas adesivas amarelas, nas áreas dos tratamentos e do entorno, foi avaliada quantitativamente, através da diversidade β , através do cálculo do índice de similaridade de Bray-Curtis, conforme a equação de Bray e Curtis (1957): $C_N = 2jN / (N_a + N_b)$, sendo que, N_a é o número total de indivíduos no local A; N_b é o número total de indivíduos no local B; e $2jN$ consiste na soma da mais baixa das duas abundâncias para espécies encontradas nos dois locais. Já, para avaliar qualitativamente, escolheu-se a medida de diversidade β , a partir do cálculo do índice de similaridade de Jaccard, conforme a equação proposta por Jaccard (1901): $C_J = a / a + b + c$, em que, a é o número de táxons presentes em ambas as amostras; b , é o número de táxons presentes apenas na amostra 1; e c , é o número de táxons presentes apenas na amostra 2.

A análise de agrupamentos com a média não ponderada dos grupos de pares (Unweighted Par-Group Mean Average - UPGMA), como distância de amalgamação, para as similaridades foram obtidos através do programa estatístico Past versão 2.17c (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

3.2.8 Análise estatística

Para verificar as possíveis diferenças entre a abundância dos *taxa* da fauna de artrópodos coletados com armadilhas amarelas, para os grupos de maior frequência total (maior que 10,0 %), nos diferentes preparos de solo e coveamentos do plantio de nogueira-pecã e sua área de entorno, bem como a abundância de *M. caryella* e Família Coccinellidae foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de Bartlett para variâncias. Para os dados não apresentarem distribuição normal e cujas variâncias não eram homogêneas foi realizado o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade de erro, conforme Callegari-Jacques (2003).

Ainda, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para relacionar as variáveis meteorológicas e a abundância dos *taxa* da fauna de artrópodos coletados com armadilhas amarelas, para os grupos de maior frequência total (maior que 30 %), bem como para a abundância de *M. caryella* e Família Coccinellidae. A associação entre as densidades de *M. caryella* e Família Coccinellidae nos diferentes tratamentos foi testada pelo método do Qui-quadrado. Os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, o teste de Kruskal-Wallis foram rodados do *software* estatístico Assistat 7.7 beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2002). A correlação de Spearman (r_s) e Qui-quadrado, foram realizadas utilizando-se o *software* estatístico BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de março de 2014 a maio de 2015, exceto nos meses de dormência vegetativa da noqueira-pecã, compreendido entre os meses de junho a setembro de 2014, foram capturados 112.880 artrópodos com armadilhas em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, distribuídos em 25 grupos taxonômicos (Tabela 3.1).

Os *taxa* que apresentaram a maior frequência foram a Família Thripidae, com 56.440 indivíduos coletados e 50,0 % do total observado, seguido da ordem Diptera com 35.013 indivíduos (31,0 %). Thripidae foi muito frequente (mf) em todos os tratamentos e na área do entorno, apresentando a mesma frequência relativa (50,0 %), enquanto que Diptera apresentou-se frequente (f), com frequência relativa variando de 30,9 % em Cp e 31,2 % em Ecp e na área do entorno. Demais *taxa* de Hymenoptera apresentaram 14.981 indivíduos, com 13,3 % do total, sendo pouco frequente (pf), em todas as áreas avaliadas, variando de 11,6 % na área do entorno a 13,9 % no tratamento Cg (Tabela 3.1).

A família Thripidae, pertence a ordem Thysanoptera; os insetos dessa ordem são comumente conhecidos como tripses, e no Brasil há cerca de 100 espécies consideradas pragas agrícolas (BARBIERI, 2011). De acordo com Carrano-Moreira (2015), a família Thripidae possui espécies-praga, e apresentam o abdome de forma cônica, enquanto que os tripses da família Phlaeothripidae, grupo muito variado em hábitos, apresentam o abdome tubular. No Brasil, não há registro de espécies de Thripidae causando danos em noqueira-pecã.

Destaca-se o número expressivo de indivíduos de Thripidae coletados, apesar da utilização de armadilhas adesivas amarelas. Uma vez que estudos indicam como ideal para o monitoramento de tripses, a utilização de armadilhas da cor azul (NONDILLO et al., 2012;

GAERTNER; BORBA, 2014). Já, segundo Gullan e Cranston (2012), as armadilhas amarelas são iscas fortes para himenópteros e dípteros, explicando assim, as maiores densidades encontradas para esses *taxa*, no presente estudo.

Tabela 3.1 – Artrópodos coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.

(continua)

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	En
	N. (%)	N. (%)				
Classe Arachnida						
Subclasse Acari	9 (<0,1) pf	13 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	3 (<0,1) pf	27 (<0,1) pf	4 (<0,1) pf
Ordem Araneae	27 (0,1) pf	27 (0,1) pf	25 (0,1) pf	34 (0,1) pf	113 (0,1) pf	38 (0,2) pf
Classe Insecta						
Ordem Blattaria	9 (<0,1) pf	9 (<0,1) pf	8 (<0,1) pf	11 (<0,1) pf	37 (<0,1) pf	3 (<0,1) pf
Ordem Coleoptera	44 (0,2) pf	43 (0,2) pf	35 (0,1) pf	49 (0,1) pf	171 (0,2) pf	64 (0,4) pf
Família Chrysomelidae	-	6 (<0,1) pf	3 (<0,1) pf	3 (<0,1) pf	12 (<0,1) pf	4 (<0,1) pf
Família Coccinellidae	220 (0,8) pf	142 (0,5) pf	164 (0,7) pf	275 (0,8) pf	801 (0,7) pf	131 (0,9) pf
Ordem Diptera	8890 (30,9) f	8058 (31,1) f	7317 (31,2) f	10748 (31,0) f	35013 (31,0) f	4780 (31,2) f
Ordem Hemiptera	33 (0,1) pf	43 (0,2) pf	23 (0,1) pf	54 (0,2) pf	153 (0,1) pf	15 (0,1) pf
Subordem Auchenorrhyncha	561 (1,9) pf	481 (1,9) pf	402 (1,7) pf	637 (1,8) pf	2081 (1,8) pf	294 (1,9) pf
Subordem Sternorrhyncha						
Família Aphididae	138 (0,5) pf	108 (0,4) pf	146 (0,6) pf	95 (0,3) pf	487 (0,4) pf	95 (0,6) pf
Família Psyllidae	221 (0,8) pf	213 (0,8) pf	241 (1,0) pf	236 (0,7) pf	911 (0,8) pf	249 (1,6) pf
Subordem Heteroptera	55 (0,2) pf	29 (0,1) pf	63 (0,3) pf	43 (0,1) pf	190 (0,2) pf	43 (0,3) pf
Ordem Hymenoptera	79 (0,3) pf	63 (0,2) pf	59 (0,3) pf	75 (0,2) pf	276 (0,2) pf	42 (0,3) pf
Família Apidae	7 (<0,1) pf	6 (<0,1) pf	4 (<0,1) pf	5 (<0,1) pf	22 (<0,1) pf	6 (<0,1) pf
Família Formicidae	26 (0,1) pf	21 (0,1) pf	23 (0,1) pf	30 (0,1) pf	100 (0,1) pf	33 (0,2) pf
Família Vespidae	20 (0,1) pf	30 (0,1) pf	31 (0,1) pf	16 (<0,1) pf	97 (0,1) pf	18 (0,1) pf
Demais Hymenoptera	3715 (12,9) pf	3423 (13,2) pf	3010 (12,8) pf	4833 (13,9) pf	14981 (13,3) pf	1775 (11,6) pf
Ordem Lepidoptera	14 (<0,1) pf	16 (0,1) pf	16 (0,1) pf	12 (<0,1) pf	58 (0,1) pf	18 (0,1) pf
Ordem Mantodea	1 (<0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	-	2 (<0,1) pf	-

Tabela 3.1 – Artrópodos coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos e área do entorno, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	(conclusão)					
	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	En
	N. (%)	N. (%)				
Ordem Neuroptera						
Família Chrysopidae	1 (<0,1) pf	1 (<0,1) pf	1 (<0,1) pf	1 (<0,1) pf	4 (<0,1) pf	-
Ordem Odonata	2 (<0,1) pf	2 (<0,1) pf	2 (<0,1) pf	2 (<0,1) pf	8 (<0,1) pf	-
Ordem Orthoptera	2 (<0,1) pf	2 (<0,1) pf	6 (<0,1) pf	4 (<0,1) pf	14 (<0,1) pf	4 (<0,1) pf
Ordem Thysanoptera	1 (<0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	-	2 (<0,1) pf	1 (<0,1) pf
Família Phlaeothripidae	331 (1,1) pf	228 (0,9) pf	157 (0,7) pf	164 (0,5) pf	880 (0,8) pf	54 (0,4) pf
Família Thripidae	14406 (50,0) mf	12965 (50,0) mf	11739 (50,0) mf	17330 (50,0) mf	56440 (50,0) mf	7671 (50,0) mf
Total N.	28812	25930	23478	34660	112880	15342
(%)	(25,5)	(23,0)	(20,8)	(30,7)	(100,0)	(100,0)
Riqueza observada de grupos (S_{obs})	24	24	24	23	25	22
Diversidade de Shannon (H')	1,28	1,27	1,28	1,24	1,26	1,31
Equitabilidade de Pielou (J')	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,42

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: En = somatório de indivíduos coletados nas áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

Número total de indivíduos (N.). Frequência relativa (%): mf = muito frequente, f = frequente e pf = pouco frequente.

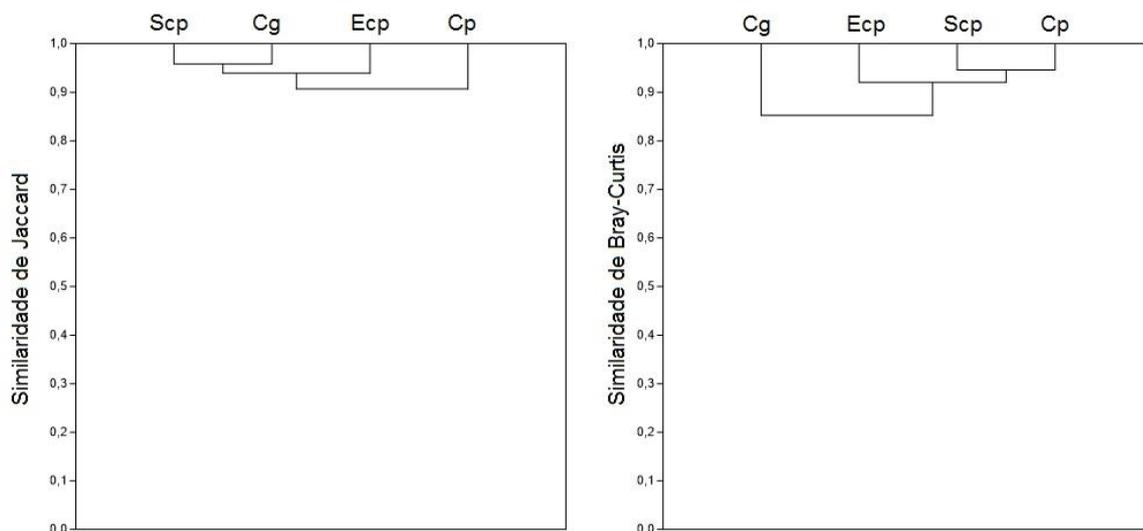
Fonte: Autor (2016).

Na área do entorno foram encontrados 15.342 artrópodos, distribuídos em 22 taxa, na qual não se registrou a presença das ordens Mantodea, Odonata e a família Chrysopidae (ordem Neuroptera), como verificado nas áreas dos tratamentos (Tabela 3.1).

Conforme pode ser verificado na Tabela 3.1, os valores dos parâmetros ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade, variaram pouco entre as áreas dos tratamentos avaliados e a área do entorno. Ainda, o grau de uniformidade apresentou valores baixos, confirmando a dominância de poucos *taxa*, em detrimento dos demais. Essa paridade é confirmada pelas análises de similaridade (Figura 3.2), o que sugere uma homogeneidade na fauna de artrópodos coletados nas áreas avaliadas.

Assim, qualitativamente, houve um agrupamento dos tratamentos Scp e Cg, em detrimento de Ecp e Cp, porém a similaridade entre essas áreas apresentou-se acima de 0,90. E quantitativamente, formou-se um grupo com os tratamentos Scp e Cp, em detrimento de Ecp e Cg, porém como observado para Jaccard, a similaridade de Bray-Curtis para os tratamentos foi superior a 0,85 (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Similaridade de *taxa* de artrópodos coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm).

Fonte: Autor (2016).

A ideia de homogeneidade da fauna de artrópodos coletados com armadilhas amarelas, em plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos do solo e coveamentos, é

corroborada pela não diferença estatística encontrada para a média de abundância dos *taxa* de maior frequência relativa (maior que 10 %), e os *taxa* de importância econômica *Monellia caryella* (Fitch, 1855) (Hemiptera: Aphididae) e a família Coccinellidae (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Valores médios de abundância de *taxa* com importância econômica e com maior frequência relativa, coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã, submetido a diferentes preparos de solo de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg
	Média ± σ			
<i>Monellia caryella</i>	18,4 ± 7,3 a	13,6 ± 5,4 a	15,6 ± 2,5 a	14,6 ± 3,7 a
Família Coccinellidae	10,0 ± 1,6 a	9,6 ± 3,9 a	6,2 ± 1,4 a	13,2 ± 5,4 a
Família Thripidae	634,6 ± 188,1 a	788,8 ± 374,6 a	699,8 ± 221,8 a	477,8 ± 96,6 a
Ordem Diptera	1812,0 ± 530,8 a	1630,4 ± 272,1 a	1490,0 ± 128,4 a	2191,6 ± 374,5 a
Demais Hymenoptera	758,8 ± 189,4 a	697,2 ± 194,2 a	613,8 ± 234,1 a	981,6 ± 118,1 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$, $n = 20$).

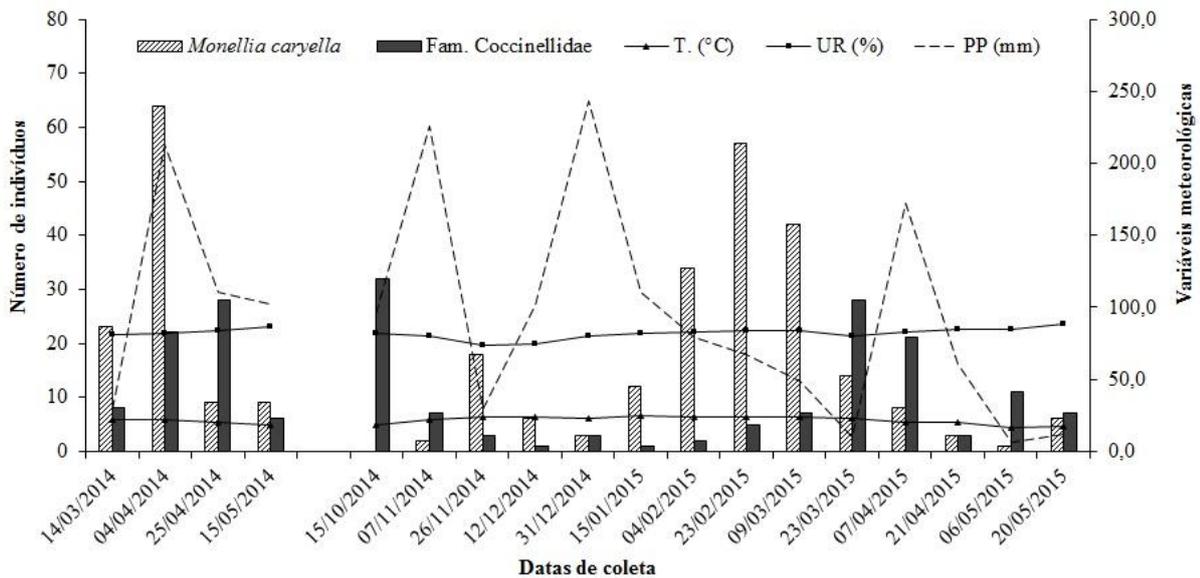
Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm).

Fonte: Autor (2016).

Desta forma, infere-se que a fauna de artrópodos coletada com armadilha adesiva amarela não sofre com a interferência dos preparos do solo e coveamentos de solo, em plantio de *C. illinoensis*. Assim, a flutuação populacional para *M. caryella* e Coccinellidae foi realizada com o total de indivíduos coletados no plantio de noqueira-pecã, para cada data de coleta (Figura 3.3). Destaca-se que a espécie de pulgão não ocorreu na área do entorno (En)

A partir da Figura 3.3, pode-se observar que dos 311 espécimes coletados de *M. caryella* verificou-se o acme populacional (64 indivíduos) em 4 de abril de 2014, na mesma coleta foram registrados 22 espécimes de Coccinellidae. Em 15 de outubro do mesmo ano, constatou-se o acme populacional de joaninhas (32 indivíduos) e nenhum espécime de *M. caryella*. Não verificaram-se correlações significativas ($p > 0,05$), por Spearman (r_s), para as variáveis meteorológicas levantadas e a densidade de Coccinellidae e pulgão amarelo com asas de margens pretas.

Figura 3.3 – Flutuação populacional de *Monellia caryella* e Família Coccinellidae coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.



Valores dos dados meteorológicos referentes aos 15 dias anteriores a realização de cada coleta = T. (°C): temperatura média, em graus Celsius; UR (%): umidade relativa média, em porcentagem; PP (mm). = precipitação acumulada, em milímetros.

Fonte: Autor (2016).

Aplicando-se o teste Qui-quadrado, verificou-se uma associação estatisticamente significativa ($\alpha = 0,05$, $gl = 3$), entre as densidades de *M. caryella* e família Coccinellidae para os diferentes tratamentos avaliados. Sendo que, das 18 coletas realizadas, em 10 (55,6%) registrou-se alta densidade do pulgão, quando a população de Coccinellidae estava baixa; e, em sete coletas (38,9%) ocorreu o inverso. Porém, ressalta-se que não foi constatada a interação antagonista à campo. Assim, o que fica evidenciado na Figura 3.3 é que a população de insetos predadores (Coccinellidae), responde a pressão populacional da espécie *M. caryella*, sendo verificado o aumento populacional de joaninhas logo após um aumento de pulgões.

Em contrapartida, não verificou-se correlação significativa entre as abundâncias de Coccinellidae e *M. caryella*. Por outro lado, quanto maior o número de pulgões coletados em armadilhas adesivas amarelas, menor a densidade de trips (Thripidae) (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Correlação de Spearman (r_s) entre o número de indivíduos de *taxa* com maior frequência relativa, coletados com armadilha adesiva amarela em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo, de março de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.

<i>Taxa</i>	<i>M. caryella</i>	Coccinellidae	Thripidae	Diptera	Hymenoptera
<i>Monellia caryella</i>	1,000**	0,107 ^{ns}	-0,579**	0,382 ^{ns}	0,224 ^{ns}
Coccinellidae		1,000**	-0,273 ^{ns}	0,330 ^{ns}	0,109 ^{ns}
Thripidae			1,000**	-0,751**	-0,617**
Diptera				1,000**	0,687**
Hymenoptera					1,000**

Correlação de Spearman (r_s): ** correlação significativa ($p < 0,01$); ^{ns} correlação não significativa ($p > 0,05$).

Ainda, a partir da Tabela 3.3, pode-se verificar que houve correlação significativa negativa entre a família Thripidae e a ordem Diptera, bem como entre os demais Hymenoptera, indicando que quanto maior a densidade de tripes, menos as densidades dos dois últimos *taxa*. Já para Diptera e demais Hymenoptera observou-se correlação significativa positiva, ou seja, quanto mais dípteros coletados maior o número de himenópteros.

Os demais Hymenoptera, classificados assim, no presente estudo referem-se aos insetos pertencentes às Subordens Symphyta e Apocrita, cuja identificação não foi possível devido ao fato de não ser possível visualizar suas estruturas nas armadilhas adesivas amarelas. Ambas as subordens possuem espécies parasitoides, em especial Apocrita (ALMEIDA, FORTI; FUJIHARA, 2011). Nesse contexto, segundo Parra, Costa e Pinto (2011), dentre os parasitoides, os mais utilizados em controle biológico, pertencem a ordem Hymenoptera, e, em menor grau, as espécies da ordem Diptera.

Ressalta-se que não foram verificadas correlações significativas ($p > 0,05$), por Spearman (r_s), entre os *taxa* de maior frequência relativa total e as variáveis meteorológicas levantadas.

3.4 CONCLUSÕES

Os diferentes preparos do solo e coveamentos propostos, em plantio de noqueira-pecã não interferem na diversidade de artrópodos coletados com armadilhas adesivas amarelas.

O método de coleta utilizando armadilhas adesivas amarelas é indicado para levantamentos populacionais e monitoramento de *Monellia caryella* e seu inimigo natural (Coccinellidae), em plantios de noqueira-pecã.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. C.; FORTI, L. C.; FUJIHARA, R. T. Ordem Hymenoptera. In: FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica**: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. cap. 13, p. 307-356.
- ALMEIDA, L. M.; SILVA, V. B. Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélídeo originário da região Paleártica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 941-944, 2002.
- AYRES, M. et al. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364 p.
- BARBIERI, R. F. Ordem Thysanoptera. In: FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica**: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. cap. 8, p. 177-186.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, v. 27, n. 4, p. 325-349, 1957.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.
- CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos**: Manual de Coleta e Identificação. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369 p.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. Controle biológico de pragas de milho. **Ciência e Ambiente**, n. 43, p. 165-190, 2011.
- DREES, B. M.; JACKMAN, J. A. **A field guide to common Texas insects**. Gulf Publishers: Houston, 1998. 359 p.
- FAZOLIN, M. **Análise faunística de insetos coletados em seringueira no Acre**. 1991. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.
- FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo de noqueira-pecã**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, 2013. 301 p.
- FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica**: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. 391 p.
- GAERTNER, C.; BORBA, R. S. Diferentes cores de armadilhas adesivas no monitoramento de alface hidropônica. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 4-11, 2014
- GALLARDO, H. F. et al. **Control biológico em plagas del nogal pecanero**. Torreón: [s.n.], 2014. 2 p. (Número 54).

- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4. ed. Tradução Sonia Maria Marques. São Paulo: Roca, 2012. 480 p.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. **Bulletin de la Société Voudoise des Sciencies Natureller**, n. 37, p. 547-279, 1901.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade ecológica**. Tradução Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed. da UFPR, 2011. 261 p.
- NONDILLO, A. et al. **Manejo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura do morangueiro no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2012, 12 p. (Circular Técnica, 90).
- OSBURN, M. R. et al. **Controlling insects and diseases of the pecan**. Washington: USDA Agric Handbook, 1963. 52 p.
- PARRA, J. R.; COSTA, V. A.; PINTO, A. S. Insetos parasitoides. **Ciência e Ambiente**, n. 43, p. 19-36, 2011.
- RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. 810 p.
- REE, B.; KNUTSON, A. **Field guide to the insects and mites associated with pecan**. Texas: TX A&M Univ. System Publ. B-6055, 1997. 127 p.
- RESENDE, A. L. S. et al. **Amostragem de Pulgões Alados Utilizando Bandeja D'água e Placa Adesiva**. Seropédica: EMBRAPA, 2007, 4 p. (Comunicado Técnico, 19).
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres., 1976, 419 p.
- THOMPSON, T. E.; CONNER, P. Pecan. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Eds.). **Handbook of Plant Breeding**, 1, vol. 8, Fruit Breeding, Part 4. New York: Springer Publishing, 2012. p. 771-801.
- ZAMORANO, W. V. et al. Evaluación de canola (*Brassica napus* L.) como cobertera vegetal en nogal pecanero en la Costa de Hermosillo, Sonora. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NOGAL PECANERO, 14., 2013, Hermosillo, Sonora. **Anais...** Hermosillo, Sonora: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2013. p. 108-112.

4 ARTRÓPODOS ASSOCIADOS À COPA DE *Carya illinoensis* SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS

4.1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul possui o maior pomar de noqueira-pecã da América Latina. Os plantios de *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Juglandaceae) no estado são destinados exclusivamente à produção de nozes comestíveis e, ao final, com a perda de produtividade, as árvores são derrubadas e a madeira utilizada como lenha (GATTO et al., 2008).

Nos últimos anos, houve uma expansão das áreas cultivadas com noqueira-pecã em vários municípios do estado. Essa expansão deve-se possivelmente, as características satisfatórias apresentadas pela cultura, como por exemplo, à diversificação da produção, bem como a relação do custo/benefício da implantação, em médio e longo prazo, que se torna positiva (LIMA, 2011), devido à demanda pelas amêndoas provenientes de suas sementes (nozes) e a alta rentabilidade dos pomares.

No entanto, com o aumento da área plantada com a espécie, cresce a preocupação com a incidência de surtos de insetos que podem vir a causar danos a cultura. Estudos envolvendo levantamentos populacionais, no caso da noqueira-pecã, especificamente, da artropodofauna de copa, podem auxiliar na prospecção de possíveis surtos. Isso porque, a maioria das espécies-praga alimentam-se das folhas, das 56 espécies-praga reportadas por Thompson e Conner (2012), em noqueira-pecã na América do Norte, a maior parte, 44 (78,5 %), encontra-se na copa, causando danos em ramos finos, folhas ou nas nozes.

Assim como existem as espécies-praga nas copas, seus inimigos naturais, em potencial, bem como espécies predadoras e parasitoides, também podem ser encontrados. Deste modo, um levantamento de artrópodos de copa, além das espécies-praga descritas e espécies potenciais nocivas à noqueira-pecã, propicia avaliar a ocorrência, diversidade e dinâmica populacional de seus inimigos naturais, podendo servir de base para o Manejo Integrado de Pragas da noqueira-pecã.

Considerando o estabelecimento e desenvolvimento inicial do plantio de noqueira-pecã como etapas decisivas para a obtenção de boa produtividade da cultura, um dos fatores determinantes consiste no manejo adequado do solo. Nesse contexto, Gatto et al. (2003) observaram maior crescimento de plantas de eucalipto em áreas com preparo mais intensivo do solo; segundo os autores, esse fato pode ser atribuído às melhores condições criadas para absorção de nutrientes e de água. Sendo assim, o presente trabalho se justifica por levantar a

diversidade de artrópodos associados à copa de um plantio de noqueira-pecã, sob o efeito de diferentes preparos de solo e coveamentos, visando verificar as possíveis influências sobre a artropodofauna de copa.

Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a diversidade de artrópodos de copa em um plantio de noqueira-pecã, e sua relação com os diferentes preparos do solo e coveamentos, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, bem como verificar os insetos nocivos a cultura e espécies predadoras e parasitoides em potencial.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização e caracterização da área experimental

As informações referentes a localização e caracterização da área experimental na qual o presente trabalho foi desenvolvido estão descritas no item 2.2.1, do Capítulo 2.

4.2.2 Implantação e condução do plantio de noqueira-pecã

Os materiais e métodos utilizados na implantação e condução do plantio de noqueira-pecã do presente trabalho estão descritos no item 2.2.2, do Capítulo 2.

4.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental aplicado no presente estudo está descrito no item 2.2.3 do Capítulo 2.

4.2.4 Coleta dos artrópodos de copa

A fim de verificar a composição, densidade e flutuação populacional de espécies de artrópodos associados à copa de noqueira-pecã nos diferentes preparos do solo e coveamentos, foi utilizada a metodologia de rede de copa, adaptada de Costa (1986). A rede consistiu-se de um aro com aproximadamente 40 cm de diâmetro e o saco confeccionado em pano de algodão, de 80 cm de comprimento, afunilando, com a extremidade arredondada, contendo um cabo.

Na área de cada tratamento, foram selecionadas quatro plantas similares, ou seja, com medidas de alturas e diâmetros semelhantes, tomando-se por base a mensuração realizada em março de 2014 (item 2.2.6, Capítulo 2). Após selecionadas as plantas, com o auxílio de uma escada para chegar até a altura da copa, envolvia-se o saco da rede nos ramos das plantas, procedendo-se cinco sacudidas em cada ramo, procurando-se abranger todos os galhos da copa.

O material coletado foi depositado em sacos plásticos com capacidade de cinco quilogramas (kg), devidamente lacrados e identificados. Em seguida, os sacos foram acondicionados em uma bolsa, de maneira a não danificar os exemplares coletados. Após realizadas as coletas, as amostras foram levadas ao Laboratório de Entomologia Florestal da UFSM e eram mantidas em refrigeração (aproximadamente -6°C) até o momento da triagem.

De 13 novembro de 2014 a 20 de maio de 2015, foram realizadas coletas de artrópodos de copa a cada 15 e/ou 20 dias, em quatro plantas de noqueira-pecã, por tratamento, em cada bloco, totalizando 80 amostradas por data de coleta e 1.040 amostras em todo o período amostral. As coletas foram realizadas sempre pelo período da manhã, entre 9 e 12 horas.

4.2.5 Triagem e identificação dos artrópodos

Em laboratório, o material coletado foi submetido à triagem, utilizando-se pinças, pincéis e lupas estereoscópicas (Zoom 42 x). As amostras dos artrópodos foram separadas inicialmente, com o auxílio de chaves dicotômicas e material de apoio (FUJIHARA et al., 2011; RAFAEL et al., 2012; CARRANO-MOREIRA, 2015), para identificação dos artrópodos no menor nível taxonômico possível.

Em seguida, as morfoespécies, codificadas, foram enviadas para especialistas da área para identificação em nível específico (APÊNDICE C). Os exemplares “voucher”, montados e secos, foram depositados na coleção do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Destaca-se também que nem todos os exemplares foram identificados em nível de espécie, e por isso foram nomeados de morfoespécies.

4.2.6 Análise foliar

Para fins de verificar possíveis relações dos artrópodos de copa coletados com a qualidade nutricional das plantas de noqueira-pecã, foi realizada análise química foliar

completa (macro e micronutrientes), em cada um dos tratamentos. Para tanto, foram retiradas sub-amostras de folhas nos ramos de cada uma das quatro plantas, nas quais se realizou a coleta com rede de copa, para assim, formar uma amostra por tratamento.

A análise foi realizada, de acordo com recomendação de Freire e Magnani (2005), em fevereiro de 2015, em que foram retirados, o par central de folíolos das folhas compostas, situadas na porção média dos ramos, nos diferentes lados das plantas (norte, sul, leste e oeste). Segundo a recomendação dos autores cada amostra deve ser composta de, aproximadamente, 100 folíolos. No presente estudo realizou-se a coleta de 25 folíolos por árvore, em cada um dos tratamentos, nos cinco blocos, totalizando assim 500 folíolos por amostra.

A metodologia precisou ser adaptada, quanto ao número de folíolos, para que houvesse no mínimo 100 g do material vegetal para a realização da análise foliar. Após realizadas as coletas, o material foi enviado ao Laboratório de Ecologia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, para análise.

4.2.7 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados no presente estudo estão descritos no item 2.2.3 do Capítulo 2. Diferindo somente para os intervalos analisados, aqui foram utilizadas as médias das variáveis meteorológicas entre uma coleta e outra realizada com rede de copa.

4.2.8 Análise dos dados

Os parâmetros ecológicos analisados foram: índices de frequência, diversidade, equitabilidade e similaridade. A frequência relativa (%) foi calculada pelo somatório dos dados das coletas, e calculada a percentagem de indivíduos de cada espécie, em relação ao total de indivíduos coletados. A fórmula da frequência, segundo Silveira Neto et al. (1976), é dada por: $\% = N/N_t * 100$, em que: % = frequência relativa; N = número total de indivíduos de cada táxon; N_t = total de indivíduos capturados. A partir dos dados de frequência, determinou-se o intervalo de confiança (IC) da média com 5 % de probabilidade, conforme Fazolin (1991): muito frequente (mf): número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 5 %; frequente (f): número de indivíduos situados dentro do IC a 5 %; e pouco frequente (pf): número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 5 %.

Afim de avaliar a diversidade nas áreas dos tratamentos no plantio de nogueira-pecã e áreas de entorno, foi utilizada uma medida “não paramétrica” de diversidade α , calculada a

partir do Índice de Diversidade de Shannon (H'). Como uma medida de heterogeneidade, este índice considera o grau de uniformidade, ou também chamado de índice de Uniformidade ou Equitabilidade de Pielou (J'), na abundância e na riqueza de espécies. O índice de Shannon é resultado da seguinte equação: $H' = \sum p_i \ln p_i$, sendo que, p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrado no levantamento (MAGURRAN, 2011).

A similaridade na composição da fauna de copa, nas áreas dos tratamentos foi avaliada quantitativamente, através da diversidade β , através do cálculo do índice de similaridade de Bray-Curtis, conforme a equação de Bray e Curtis (1957): $C_N = 2jN / (N_a + N_b)$, sendo que, N_a é o número total de indivíduos no local A; N_b é o número total de indivíduos no local B; e $2jN$ consiste na soma da mais baixa das duas abundâncias para espécies encontradas nos dois locais. Já, para avaliar qualitativamente, escolheu-se a medida de diversidade β , a partir do cálculo do índice de similaridade de Jaccard, conforme a equação de Jaccard (1901): $C_J = a / a + b + c$, em que, a é o número de táxons presentes em ambas as amostras; b , é o número de táxons presentes apenas na amostra 1; e c , é o número de táxons presentes apenas na amostra 2. A análise de agrupamentos com a média não ponderada dos grupos de pares (Unweighted Par-Group Mean Average - UPGMA), como distância de amalgamação, para as similaridades foram obtidos através do programa estatístico Past versão 2.17c (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Para verificar as possíveis diferenças entre a abundância das espécies da fauna de artrópodos de copa coletados nos diferentes preparos do solo e coveamentos, primeiramente foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de Bartlett para as variâncias. Para os dados que não apresentaram distribuição normal e as variâncias não eram homogêneas foi realizado o teste de Kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade de erro, conforme Callegari-Jacques (2003).

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s), para relacionar os fatores ambientais (variáveis meteorológicas e propriedades químicas), a abundância e a riqueza dos artrópodos de copa. Ressalta-se que, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis e a correlação de Spearman para os totais de abundância e riqueza, e somente àquelas espécies que apresentaram-se frequentes (f) ou muito frequentes (mf), em pelo menos um dos tratamentos avaliados. A associação entre as densidades das espécies de maior frequência, nos diferentes tratamentos foi testada pelo método do Qui-quadrado.

Os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, e o teste de Kruskal-Wallis, a análise foram rodados do *software* estatístico Assistat 7.7 beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2002). A

correlação de Spearman e o teste Qui-quadrado foram realizados utilizando-se o *software* estatístico BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Composição dos artrópodos de copa em nogueira-pecã

No período de novembro de 2014 a maio de 2015 foram coletados 7.617 espécimes nas áreas de diferentes preparos de solo e coveamentos em nogueira-pecã. Os artrópodos coletados foram distribuídos em 150 *taxa* (espécies), em que a classe Insecta apresentou maior riqueza observada de espécies ($S_{obs} = 136$) e abundância com 96,7% do total (7.365 indivíduos), seguida de Arachnida ($S_{obs} = 12$), com 3,25 % (248 indivíduos) e Entognatha ($S_{obs} = 2$), com apenas 0,05 % (4 indivíduos) do total (Tabela 4.1). Resultado similar, quanto a dominância das classes Insecta e Arachnida foi encontrado por Costa (1986), em copas de bracinga *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae), não tendo sido registrada pelo autor a classe Entognatha.

Para a classe Insecta foram encontradas dez ordens, apresentadas em ordem decrescente de acordo com o número de famílias coletadas. Nesse sentido, a ordem Coleoptera apresentou 17 famílias, 34 gêneros e 12 nomes específicos, seguida das ordens Hemiptera, com 14 famílias, 24 gêneros e 19 nomes específicos; Hymenoptera, com 13 famílias, 25 gêneros e 15 nomes específicos; Orthoptera, com três famílias; Thysanoptera, com duas famílias, quatro gêneros e quatro espécies; Neuroptera, com duas famílias, dois gêneros e duas espécies; Diptera, com uma família e uma espécie; e por fim, as ordens Blattaria (adultos), Lepidoptera (imaturos) e Mantodea (imaturos) (Tabela 4.1).

A ordem Coleoptera representa 35% do total de espécies (cerca de 350 mil) dos insetos descritos no mundo, sendo que no Brasil foram registradas aproximadamente 28 mil espécies, distribuídas em 105 famílias (RAFAEL et al., 2012). Diversas espécies de Coleoptera são consideradas pragas na cultura da nogueira-pecã, atacando, principalmente, raízes, troncos, galhos, folhas e frutos (APÊNDICE A).

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito alimentar
	N. (%)						
CLASSE ARACHNIDA							
Ordem Araneae							
Família Anyphaenidae							
<i>Arachosia honesta</i> Eugen von Keyserling, 1891	4 (0,2) pf	5 (0,2) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	13 (0,2) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{1g}
<i>Xiruana hirsuta</i> (Mello-Leitão, 1938)	2 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	-	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{1g}
Anyphaenidae sp.	2 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	5 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{1g}
Família Araneidae							
<i>Araneus corporosus</i> (Eugen von Keyserling, 1892)	-	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	-	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{1g}
<i>Eustala</i> sp.	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	-	3 (<0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Predador ^{1g}
Família Eutichuridae							
<i>Cheiracanthium inclusum</i> (Hentz, 1847)	8 (0,4) pf	9 (0,4) pf	12 (0,7) pf	16 (0,9) pf	45 (0,6) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{1g}
Família Salticidae							
Salticidae sp.	46 (2,4) pf	39 (1,9) pf	33 (1,8) pf	39 (2,1) pf	157 (2,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{1g}
Família Sparassidae							
Sparassidae sp.	3 (0,2) pf	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	7 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Predador ^{1g}
Família Theridiidae							
<i>Anelosinus inbandava</i> Agnarsson, 2005	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Predador ^{1g}
Família Thomisidae							
<i>Misumenops</i> sp.	-	3 (0,1) pf	1 (0,1) pf	4 (0,2) pf	8 (0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Predador ^{1g}
Ordem Sarcoptiformes							
Subordem Oribatida							
	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Generalista ^{2c}
Ordem Trombidiformes							
Família Erythraeidae							
Imaturos (larvas)	2 (0,1) pf	-	-	-	2 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Predador ^{3c}

(continua)

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	(continuação)						
	Cp N. (%)	Scp N. (%)	Ecp N. (%)	Cg N. (%)	Total N. (%)	Período de ocorrência	Hábito Alimentar
CLASSE ENTOGNATHA							
Ordem Entomobryomorpha							
Família Entomobryidae	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Outros ^{0b}
Ordem Symphypleona	1 (0,1) pf	-	-	2 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Outros ^{0b}
CLASSE INSECTA							
Ordem Blattaria	5 (0,3) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	11 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Onívoro ^{1dc}
Ordem Coleoptera							
Família Anthicidae							
<i>Acanthinus</i> sp. 3	9 (0,5) pf	10 (0,5) pf	5 (0,3) pf	10 (0,5) pf	34 (0,4) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{3a}
Família Brachyderidae							
Erirrhinae sp.3	-	13 (0,6) pf	-	3 (0,2) pf	16 (0,2) pf	<i>pr; vr</i>	Fitófago ^{4a}
Família Brentidae							
<i>Apion</i> sp.1	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	3 (0,2) pf	2 (0,1) pf	8 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Fitófago, Fungívoro ^{3a}
Família Buprestidae							
<i>Agrilus</i> sp.1	4 (0,2) pf	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	-	6 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Fitófago ^{3a}
<i>Pachyschelus</i> sp.1	1 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	-	2 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Fitófago ^{3a}
Família Cantharidae							
<i>Chauliognathus expansus</i> (Waterh, 1878)	2 (0,1) pf	-	-	1 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3a}
<i>Chauliognathus fallax</i> Germar, 1824	155 (8,2) f	72 (3,5) pf	127 (7,0) f	78 (4,2) pf	432 (5,7) f	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3a}
<i>Chauliognathus flavipes</i> Fabricius, 1781	68 (3,6) pf	92 (4,5) f	65 (3,6) pf	84 (4,5) pf	309 (4,1) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3a}
<i>Chauliognathus</i> sp.1	28 (1,5) pf	47 (2,3) pf	62 (3,4) pf	7 (0,4) pf	144 (1,9) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{3a}
<i>Discodon tucumanum</i> Pic, 1910	8 (0,4) pf	20 (1,0) pf	7 (0,4) pf	7 (0,4) pf	42 (0,6) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{3a}
<i>Discodon</i> sp.1	1 (0,1) pf	-	-	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Predador ^{3a}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito Alimentar
	N. (%)						
<i>Discodon</i> sp.2	1 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Predador ^{3a}
<i>Silis</i> sp.1	-	-	1 (0,1) pf	3 (0,2) pf	4 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Fitófago ^{6a}
Família Cerambycidae							
<i>Hippopsis</i> sp.1	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Fitófago ^{3a}
Família Chelonariidae							
<i>Chelonarium</i> sp.1	1 (0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Mirmecófilo ^{3a*}
Família Chrysomelidae							
<i>Acalymma</i> sp.1	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Cacoscelis</i> sp.1	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Costalimaita ferruginea</i> (Fabricius, 1801)	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Filófago ^{4a}
<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	3 (0,2) pf	12 (0,6) pf	3 (0,2) pf	7 (0,4) pf	25 (0,3) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Filófago ^{4a}
<i>Disonycha</i> sp.1	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Lexiphanes</i> sp.1	6 (0,3) pf	23 (1,1) pf	18 (1,0) pf	18 (1,0) pf	65 (0,9) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Detritívoro ^{4a}
<i>Lexiphanes</i> sp.2	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	-	-	4 (0,1) pf	<i>vr</i>	Detritívoro ^{4a}
<i>Parabrotica</i> sp.1	1 (0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Parabrotica</i> sp.2	1 (0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Eumolpini</i> sp.2	4 (0,2) pf	-	8 (0,4) pf	-	12 (0,2) pf	<i>pr; vr</i>	Fitófago ^{4a}
Família Coccinellidae							
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus, 1763)	22 (1,2) pf	29 (1,4) pf	29 (1,6) pf	14 (0,8) pf	94 (1,2) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{4a}
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	76 (4,0) pf	98 (4,8) f	94 (5,2) pf	87 (4,7) pf	355 (4,7) f	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{4a}
<i>Harmonia</i> sp.1	31 (1,6) pf	27 (1,3) pf	22 (1,2) pf	26 (1,4) pf	106 (1,4) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{4a}
<i>Hyperaspis</i> sp. 1	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Predador ^{4a}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito alimentar
	N. (%)						
<i>Scymnus</i> sp.1	7 (0,4) pf	9 (0,4) pf	2 (0,1) pf	5 (0,3) pf	23 (0,3) pf	<i>outn</i>	Predador ^{4a}
Família Curculionidae							
<i>Heilipus</i> sp.1	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Lobaspis squamosus</i> (Boheman, 1836)	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Fitófago ^{4a}
<i>Pantomorus</i> sp.1	5 (0,3) pf	-	2 (0,1) pf	3 (0,2) pf	10 (0,1) pf	<i>outn</i>	Fitófago ^{4a}
Eudiagogini sp.1	2 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	-	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Fitófago ^{4a}
Família Elateridae							
<i>Conoderus</i> sp.1	2 (0,1) pf	-	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	6 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Outros ^{3a}
Família Erotylidae							
Erotylidae sp.1	-	1 (<0,1) pf	-	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Fungívoro ^{3a}
Família Lampyridae							
<i>Aspisoma maculata</i> (Degeer, 1774)	3 (0,2) pf	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	8 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Predador ^{3a}
<i>Aspisoma</i> sp.1	5 (0,3) pf	4 (0,2) pf	3 (0,2) pf	3 (0,2) pf	15 (0,2) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3a}
<i>Cratomorphus</i> sp.1	2 (0,1) pf	-	-	-	2 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3a}
<i>Lucidota</i> sp.1	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Predador ^{3a}
<i>Pyrogaster</i> sp.1	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Predador ^{3a}
Família Latridiidae							
<i>Melanophthalma</i> sp.1	-	1 (<0,1) pf	-	2 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Fungívoro ^{3a}
Família Lycidae							
<i>Haplobothris</i> sp.1	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	7 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Fungívoro ^{3a}
Família Melyridae							
<i>Astylus variegatus</i> (Germar, 1824)	1 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	4 (0,1) pf	<i>vr</i>	Predador ^{3a}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

(continuação)

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito Alimentar
	N. (%)	N. (%)	N. (%)	N. (%)	N. (%)		
Família Tenebrionidae							
<i>Allecula</i> sp.1	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Fitófago Detritívoro ^{4a}
<i>Lagria villosa</i> (Fabricius, 1783)	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	7 (0,4) pf	9 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Detritívoro ^{4a}
<i>Lobopoda</i> sp.1	-	-	-	2 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Fitófago Detritívoro ^{4a}
Ordem Diptera	232 (12,3) mf	255 (12,4) mf	172 (9,5) f	293 (15,8) mf	952 (12,5) mf	<i>pr; vr; outn</i>	Outros ^{1d}
Família Bibionidae							
<i>Plecia</i> cf. <i>nearctica</i> Hardy, 1940	45 (2,4) pf	91 (4,4) f	77 (4,2) pf	60 (3,2) pf	273 (3,6) pf	<i>vr; outn</i>	Polínifago e Nectívoro ^{3e}
Ordem Hemiptera							
Subordem Auchenorrhyncha							
Família Cicadellidae							
<i>Bucephalogonia xanthophis</i> (Berg, 1879)	52 (2,7) pf	43 (2,1) pf	44 (2,4) pf	46 (2,5) pf	185 (2,4) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3h}
<i>Gypona</i> sp.1	1 (0,1) pf	-	-	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Succívoro ^{3h}
<i>Oncometopia facialis</i> (Signoret, 1854)	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Succívoro ^{3h}
Cicadellidae sp.1	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Succívoro ^{3h}
Família Cicadidae							
Cicadidae sp.1	2 (0,1) pf	3 (0,1) pf	3 (0,2) pf	-	8 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
Família Derbidae							
Derbidae sp.1	65 (3,4) pf	71 (3,5) pf	98 (5,4) pf	66 (3,5) pf	300 (3,9) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Fungívoro ^{3h}
Família Dictyopharidae							
Dictyopharidae sp.1	4 (0,2) pf	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	-	6 (0,1) pf	<i>vr</i>	Succívoro ^{3f}
Família Flatidae							
Flatidae sp.1	-	1 (<0,1) pf	2 (0,1) pf	-	3 (<0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Succívoro ^{3h}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito Alimentar
	N. (%)						
(continuação)							
Família Membracidae							
<i>Ceresa stylata</i> Remes-Lenicov, 1973	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Succívoro ^{3h}
<i>Ceresa ustulata</i> Fairmaire, 1846	42 (2,2) pf	34 (1,7) pf	36 (2,0) pf	36 (1,9) pf	148 (1,9) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3h}
<i>Hypsoprora erecta</i> Fonseca, 1933	-	-	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3h}
Subordem Heteroptera							
Família Anthocoridae							
Anthocoridae sp.1	1 (0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Predador e Polínifago ^{3h}
Anthocoridae sp.2	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Predador e Polínifago ^{3h}
Família Coreidae							
<i>Althos</i> sp.1	2 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	-	3 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Succívoro ^{3h}
Família Miridae							
Miridae sp.1	7 (0,4) pf	3 (0,1) pf	2 (0,1) pf	5 (0,3) pf	17 (0,2) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro, Predador ^{3h}
Família Pentatomidae							
<i>Arvelius albopunctatus</i> (De Geer, 1773)	-	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	-	2 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Banasa</i> cf. <i>derivata</i> (Walker, 1867)	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Dichelops (Diceraeus) furcatus</i> (Fabricius, 1775)	2 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	4 (0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Edessa meditabunda</i> (Fabricius, 1794)	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	<i>outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Euschistus (Euschistus) heros</i> (Fabricius, 1798)	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Loxa deducta</i> Walker, 1867	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Piezodorus guildinii</i> (Westwood, 1837)	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	-	3 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Succívoro ^{3f}
Família Reduviidae							
<i>Apiomerus</i> sp.1	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	4 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3f}
<i>Arilus</i> sp.1	1 (0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Predador ^{3f}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito alimentar
	N. (%)						
<i>Zelus armillatus</i> (Lepeletier & Serville, 1825)	36 (1,9) pf	3 (0,1) pf	1 (0,1) pf	-	40 (0,5) pf	<i>vr; outn</i>	Predador ^{3f}
<i>Zelus pedestris</i> Fabricius, 1803	9 (0,5) pf	7 (0,3) pf	6 (0,3) pf	6 (0,3) pf	28 (0,4) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{3f}
Família Rhyparochromidae							
Rhyparochromidae sp.	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	6 (0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Succívoro ^{4h}
Subordem Sternorrhyncha							
Família Aphididae							
<i>Monellia caryella</i> (Fitch, 1855)	155 (8,2) f	202 (9,8) mf	180 (9,9) f	201 (10,8) mf	738 (9,7) mf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
Aphididae sp.1	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	7 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
Aphididae sp.2	1 (0,1) pf	5 (0,2) pf	-	-	6 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
Família Psyllidae							
<i>Blastopsylla occidentalis</i> Taylor, 1985	10 (0,5) pf	23 (1,1) pf	4 (0,2) pf	25 (1,3) pf	62 (0,8) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Ctenarytaina spatulata</i> Taylor, 1977	-	-	4 (0,2) pf	-	4 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Glycaspis brimblecombei</i> (Moore, 1964)	2 (0,1) pf	7 (0,3) pf	3 (0,2) pf	2 (0,1) pf	14 (0,2) pf	<i>pr; vr</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Heteropsylla</i> sp.	1 (0,1) pf	3 (0,1) pf	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	6 (0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Mitropsylla</i> sp.	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Platycorypha</i> sp.	2 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	-	3 (<0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
<i>Triozoida</i> cf. <i>angustipennis</i> Burckhardt, 1988	-	-	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Succívoro ^{3f}
Ordem Hymenoptera							
Subordem Apocrita - "Parasítica"							
Família Braconidae							
<i>Bracon</i> sp.	-	-	-	4 (0,2) pf	4 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Ectoparasitoide ^{4f}
<i>Heterospilus</i> sp.	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Ectoparasitoide ^{4f}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

(continuação)

<i>Taxa</i>	Cp N. (%)	Scp N. (%)	Ecp N. (%)	Cg N. (%)	Total N. (%)	Período de ocorrência	Hábito alimentar
<i>Triaspis</i> sp.	1 (0,1) pf	-	1 (0,1) pf	-	2 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Ectoparasitoide ^{3h}
Família Chalcididae							
<i>Conura</i> sp.	-	1 (<0,1) pf	-	4 (0,2) pf	5 (0,1) pf	<i>vr</i>	Endoparasitoide ^{3f}
Família Encyrtidae							
<i>Copidosoma</i> sp.	11 (0,6) pf	53 (2,6) pf	6 (0,3) pf	3 (0,2) pf	73 (1,0) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Endoparasitoide ^{3f}
Família Eulophidae							
<i>Aprostocetus</i> sp.	-	-	4 (0,2) pf	1 (0,1) pf	5 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Parasitoide ^{3h}
<i>Baryscapus</i> sp.	-	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	-	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Parasitoide ^{3h}
<i>Euderus</i> sp.	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Parasitoide ^{3h}
<i>Euplectrus</i> sp.	-	-	1 (0,1) pf	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Parasitoide ^{3h}
<i>Horismenus</i> sp.1	11 (0,6) pf	12 (0,6) pf	4 (0,2) pf	8 (0,4) pf	35 (0,5) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Parasitoide ^{3h}
<i>Horismenus</i> sp.2	-	-	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Parasitoide ^{3h}
Família Eupelmidae							
<i>Anastatus</i> sp.	6 (0,3) pf	8 (0,4) pf	3 (0,2) pf	6 (0,3) pf	23 (0,3) pf	<i>vr; outn</i>	Parasitoide ^{3f}
Família Eurytomidae							
<i>Eurytoma</i> sp.	-	-	-	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Parasitoide ^{3f}
Família Figitidae							
Figitidae sp.	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>pr</i>	Endoparasitoide ^{3f}
Família Ichneumonidae							
<i>Enicospilus</i> sp.	-	1 (<0,1) pf	-	-	1 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Parasitoide ^{3f}
<i>Netelia</i> sp.	1 (0,1) pf	-	-	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>outn</i>	Parasitoide ^{3f}
Campopleginae sp.	14 (0,7) pf	6 (0,3) pf	11 (0,6) pf	6 (0,3) pf	37 (0,5) pf	<i>vr</i>	Parasitoide ^{3f}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito alimentar
	N. (%)						
(continuação)							
Família Platygasteridae							
<i>Inostemma striaticornu</i> Buhl, 2002	63 (3,3) pf	106 (5,2) f	66 (3,6) pf	67 (3,6) pf	302 (4,0) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Endoparasitoide ^{3f}
Telenominae sp.	20 (1,1) pf	22 (1,1) pf	23 (1,3) pf	22 (1,2) pf	87 (1,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Endoparasitoide ^{3f}
Família Pteromalidae							
<i>Pteromalus</i> sp.	1 (0,1) pf	3 (0,1) pf	7 (0,4) pf	3 (0,2) pf	14 (0,2) pf	<i>pr; vr</i>	Ectoparasitoide ^{3f}
Subordem Apocrita - Aculeata							
Família Apidae							
	1 (0,1) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	2 (0,1) pf	7 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Polinívago, Melfívago ^{3h}
Família Formicidae							
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	1 (0,1) pf	-	-	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Fungívoro ^{6e}
<i>Brachymyrmex admotus</i> Mayr, 1887	253 (13,4) mf	210 (10,2) mf	292 (16,1) mf	188 (10,1) f	943 (12,4) mf	<i>pr; vr; outn</i>	Generalista ^{6e}
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel, 1874	34 (1,8) pf	15 (0,7) pf	19 (1,0) pf	7 (0,4) pf	75 (1,0) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Generalista ^{6e}
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	1 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Generalista ^{6e}
<i>Camponotus mus</i> Roger, 1863	1 (0,1) pf	-	-	-	1 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Generalista ^{6e}
<i>Camponotus (Myrmaphaenus) sp.1</i>	119 (6,3) f	128 (6,2) f	75 (4,1) pf	98 (5,3) pf	420 (5,5) f	<i>pr; vr; outn</i>	Generalista ^{6e}
<i>Cephalotes depressus</i> (Klug, 1824)	-	-	-	11 (0,6) pf	11 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Polinívago ^{6e}
<i>Crematogaster prox. erecta</i>	3 (0,2) pf	4 (0,2) pf	-	1 (0,1) pf	8 (0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Generalista ^{6e}
<i>Crematogaster victima</i> Smith, 1858	5 (0,3) pf	9 (0,4) pf	3 (0,2) pf	5 (0,3) pf	22 (0,3) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Generalista ^{6e}
<i>Dorymyrmex steigeri</i> Santschi, 1912	1 (0,1) pf	-	3 (0,2) pf	-	4 (0,1) pf	<i>vr</i>	Generalista ^{5e}
<i>Linepithema humile</i> Mayr, 1868	-	-	7 (0,4) pf	33 (1,8) pf	40 (0,5) pf	<i>vr</i>	Generalista ^{7e}
<i>Pheidole industa</i> Santschi, 1939	13 (0,7) pf	-	-	1 (0,1) pf	14 (0,2) pf	<i>vr</i>	Generalista ^{6e}
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	-	-	-	7 (0,4) pf	7 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{6e}
<i>Pseudomyrmex grupo Pallidus</i> sp.1	-	-	3 (0,2) pf	1 (0,1) pf	4 (0,1) pf	<i>vr; outn</i>	Predador ^{6e}
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (Smith, 1858)	-	-	-	2 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Predador ^{6e}

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito alimentar
	N. (%)						
Família Vespidae	4 (0,2) pf	5 (0,2) pf	9 (0,5) pf	5 (0,3) pf	23 (0,3) pf	<i>vr; outn</i>	Nectívoro, Necrófago ^{3f}
Ordem Lepidoptera							
Imaturos (lagartas)	17 (0,9) pf	27 (1,3) pf	14 (0,8) pf	15 (0,8) pf	73 (1,0) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Fitófago ^{1f}
Ordem Mantodea							
Imaturos (ninfas)	8 (0,4) pf	12 (0,6) pf	4 (0,2) pf	10 (0,5) pf	34 (0,4) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Predador ^{1b}
Ordem Neuroptera							
Família Chrysopidae							
<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861)	1 (0,1) pf	-	3 (0,2) pf	2 (0,1) pf	6 (0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Polinívoro ^{6f}
Imaturos de <i>C. externa</i> (larvas)	-	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	3 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Predador ^{3f}
Família Mantispidae							
<i>Dicromantispa gracilis</i> (Erichson, 1839)	-	-	1 (0,1) pf	1 (0,1) pf	2 (<0,1) pf	<i>vr</i>	Predador ^{3h}
Ordem Orthoptera							
Família Acrididae							
Imaturos (ninfas)	-	1 (<0,1) pf	1 (0,1) pf	-	2 (<0,1) pf	<i>pr; vr</i>	Fitófago ^{3f}
Família Proscopiidae							
Imaturos (ninfas)	-	1 (<0,1) pf	2 (0,1) pf	1 (0,1) pf	4 (0,1) pf	<i>pr; outn</i>	Fitófago ^{3f}
Família Tettigoniidae							
Imaturos (ninfas)	5 (0,3) pf	4 (0,2) pf	1 (0,1) pf	4 (0,2) pf	14 (0,2) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Firófago ^{3f}
Ordem Thysanoptera							
Família Phlaeothripidae							
<i>Treherniella cf. atrata</i> De Santis, 1963	1 (0,1) pf	1 (<0,1) pf	-	-	2 (<0,1) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Outros ^{3f}
Família Thripidae							
<i>Frankliniella insularis</i> (Franklin, 1908)	17 (0,9) pf	4 (0,2) pf	18 (1,0) pf	6 (0,3) pf	45 (0,6) pf	<i>pr; vr; outn</i>	Fitófago ^{3f}

(continuação)

Tabela 4.1 – Artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

<i>Taxa</i>	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total	Período de ocorrência	Hábito alimentar
	N. (%)						
<i>Heliethrips haemorrhoidalis</i> (Bouché, 1833)	-	-	2 (0,1) pf	4 (0,2) pf	6 (0,1) pf	<i>outn</i> ;	Fitófago ^{3f}
<i>Thrips australis</i> (Bagnall, 1915)	72 (3,8) pf	111 (5,4) f	60 (3,3) pf	119 (6,4) f	362 (4,8) f	<i>pr</i> ; <i>vr</i> ; <i>outn</i>	Fitófago ^{3f}
Total N. (%)	1891 (24,8)	2053 (27,0)	1813 (23,8)	1860 (24,4)	7617 (100,0)		
Riqueza observada (S_{obs})	94 (62,7)	90 (60,0)	96 (64,0)	99 (66,0)	150 (100,0)		
Diversidade de Shannon (H')	3,30	3,30	3,22	3,27	3,35		
Equitabilidade de Pielou (J')	0,73	0,73	0,71	0,71	0,67		

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (de 20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (de 40 cm x 60 cm);

Classificações dos grupos taxonômicos a partir da frequência relativa: muito frequente (mf): número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 5%; frequente (f): número de indivíduos situados dentro do IC a 5%; e pouco frequente (pf): número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 5%;

Período de ocorrência dos táxons, correspondente as estações do ano no hemisfério sul: primavera (*pr*); verão (*vr*); e, outono (*outn*);

Hábitos, classificados de acordo com os *taxa* de: ⁰ classe; ¹ ordem; ² subordem; ³ família; ⁴ subfamília; ⁵ tribo; ⁶ gênero e ⁷ espécie. Essa classificação foi realizada com base nos seguintes autores: ^a Marinoni et al. (2001); ^b Gallo et al. (2002); ^c Moraes e Flechtmann (2008); ^d Terra e Ferreira (2009); ^e Brandão, Silva e Delabie (2009); ^f Fujihara et al. (2011); ^g Gullan e Cranston (2012); ^h Rafael et al. (2012); * descrição comportamental, devido a não informação sobre o hábito alimentar.

Fonte: Autor (2016).

No presente estudo, destacaram-se a presença das espécies fitófagas, ambas pertencentes a família Chrysomelidae, *Costalimaita ferruginea* (Fabricius, 1801), espécie-praga daninha à cultura do eucalipto (MAFIA; MENDES. CORASSA, 2014). *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) é uma espécie polífaga que afeta diversas culturas no Brasil e América do Sul, causando redução da produtividade, principalmente, em milho, batata, feijão e soja (MEDINA, TRECHA; ROSA, 2013). *D. speciosa* já foi registrada, por Link e Costa (1989), em plantios de noqueira-pecã no estado do Rio Grande do Sul. Ainda, merecem destaque a espécie *Astylus variegatus* (Germar, 1824) (Melyridae), que é polinífaga, mas já foi registrada atacando grãos de sorgo (ROSSETTO; ROSSETTO, 1976). *Lagria villosa* (Fabricius, 1783) (Tenebrionidae), em sua fase larval é detritívora, e na fase adulta é fitófaga (MARINONI et al., 2001). *Lagria villosa* é uma espécie exótica, originária da África, considerada cosmopolita, sendo encontrada em cultivos de inúmeras espécies vegetais, como, café, soja, feijão, milho e em hortaliças (LIZ et al., 2009). Assim, as espécies referidas podem ser consideradas desfolhadoras em potencial da noqueira-pecã.

As espécies pertencentes ao gênero *Chauliognathus* (Cantharidae), destacam-se como predadoras, assim como as espécies *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) e *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) e *Scymnus* sp.1 (Coccinellidae). Espécies de *Chauliognathus* foram registradas, no presente estudo nas coletas compreendidas entre 28 de novembro de 2014 e 23 de fevereiro de 2015, essas espécies alimentam-se de afídeos e outras presas (ESTRADA, 2008). *Cycloneda sanguinea* é predadora de pulgões (GALLO et al., 2002), assim como a espécie asiática *H. axyridis* é utilizada em controle biológico de pulgões (Hemiptera, Aphididae) em noqueira-pecã, alfafa, algodão, tabaco e plantas ornamentais (ALMEIDA; SILVA, 2002). Apesar da não identificação em nível de espécie *Scymnus* sp.1 (Tabela 4.1) é importante, uma vez que, para América no Norte, adultos e larvas da espécie *Scymnus* (*Pullus*) *loewii* Mulsant, 1850, se alimentam de pulgões e podem ser predadores de ácaros (REE; KNUTSON, 1997).

Na ordem Hemiptera, encontram-se a maior parte de insetos succívoros, entre os quais, destacam-se as espécies da Subordem Auchenorrhyncha *Oncometopia facialis* (Signoret, 1854) (Cicadellidae), por estar associada a transmissão da bactéria *Xylella fastidiosa* em citros (GALLO et al., 2002; BALDIN; FUJIHARA, 2011). Na Subordem Heteroptera, destacam-se a presença da família Miridae, visto que são registradas três espécies nocivas para a noqueira-pecã (APÊNDICE A), e *Deraeocoris nebulosus* (Uhler, 1872), considerada benéfica, pois alimenta-se de insetos pequenos, ácaros, ovos de insetos e cochonilhas (REE; KNUTSON, 1997).

Ainda, para o grupo dos percevejos, das sete espécies encontradas para a família Pentatomidae, *Dichelops (Diceraeus) furcatus* (Fabricius, 1775), *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794), *Euschistus (Euschistus) heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) são consideradas pragas da cultura da soja (GALLO et al., 2002), e *Loxa deducta* Walker, 1867 (GARBELOTTO; CAMPOS, 2014). A ocorrência destas espécies, pode ser explicada pela presença da cultura dessa oleaginosa em áreas próximas ao local do experimento. *Loxa deducta* foi encontrada atacando frutos de noqueira-pecã na região central do Rio Grande do Sul (ver Capítulo 6). As espécies pertencentes a Reduviidae, por sua vez, constituem-se em predadores em potencial de espécies-praga da noqueira-pecã as espécies *Zelus armillatus* (Lepelletier & Serville, 1825) e *Zelus pedestris* Fabricius, 1803. Em lavouras de trigo Gassen (1986), observou ninfas e adultos do gênero *Zelus* alimentando-se de lagartas, percevejos, coleópteros e outros insetos.

Para a Subordem Sternorrhyncha, encontra-se a família Aphididae, a qual pertencem os insetos-praga de grande importância econômica para a cultura da noqueira-pecã. Dentre as espécies, registra-se *Monellia caryella* (Fitch, 1855) (FRONZA; POLETTI; HAMANN, 2013; THOMPSON; CONNER, 2012; REE; KNUTSON, 1997), tendo sido muito frequente em três dos quatro tratamentos e no total levantado (Tabela 4.1). De acordo com Tedders (1978), os espécimes de *M. caryella*, conhecida popularmente como pulgão amarelo com asas de margens preta, podem ser encontrados durante todo o período de crescimento vegetativo da noqueira-pecã, alimentando apenas do sistema vascular das folhas, causando danos físicos as nervuras no local da alimentação, resultando em clorose e desfolhamento. Segundo o mesmo autor, a intensidade do dano depende da idade da folha (não sendo observado em folhas imaturas), da densidade de pulgões, e do período de tempo em que os pulgões se alimentam.

Foram encontradas nas áreas espécies de psílídeos (Hemiptera: Psyllidae), destas, *Blastopsylla occidentalis* Taylor, 1985, *Ctenarytaina spatulata* Taylor, 1977 e *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964), são pragas do eucalipto (SANTANA et al., 2003; SANTANA, 2005). Este fato, pode ser explicado pela presença de plantios com *Eucalyptus* sp. na área do entorno. Ressalta-se que espécies de psílídeos são extremamente especializados, não sendo verificadas espécies que possuam a noqueira-pecã como hospedeira.

Na ordem Hymenoptera encontram-se dez famílias de parasitoides de insetos (Tabela 4.1). Nesse sentido, destacam-se Braconidae e Ichneumonidae (superfamília Ichneumonoidea), Encyrtidae, Eulophidae e Pteromalidae (superfamília Chalcidoidea), e Platygasteridae (superfamília Platygastroidae), pois os representantes dessas famílias estão

entre os parasitoides mais empregados no controle biológico (PARRA; COSTA; PINTO, 2011).

Dentre os himenópteros, a família com maior número de espécies foi Formicidae (Tabela 4.1). Com destaque para as espécies *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887 e *Camponotus (Myrmaphaenus) sp.1*, por apresentarem-se como muito frequente (mf) e frequente (f), respectivamente. Resultado similar foi encontrado por Filho, Queiróz e Farinha (2002), para os gêneros *Brachymyrmex* e *Camponotus* associados aos pulgões do pinus *Cinara pinivora* e *C. atlantica* (Wilson, 1919), em que *Brachymyrmex* foi mais frequente que *Camponotus* em áreas de maior cobertura vegetal. Ambos os gêneros são tidos como generalistas (BRANDÃO, SILVA; DELABIE, 2009), tendo sido verificadas espécies predadoras de *Toxoptera citricida* (Kyrkaldy) (Sternorrhyncha) em *Citrus reticulata* Blanco (RODRIGUES et al., 2010), bem como em copas de *Citrus deliciosa* Tenore, com maior abundância verificada pra *Camponotus sp.1* (MORAIS; BARCELLOS; REDAELLI, 2006).

A espécie de formiga cortadeira *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919 foi coletada em copas de noqueira-pecã, tendo sido verificado ataque em plantas, no entanto, os danos não foram quantificados. Por fim, registra-se ocorrendo pela primeira vez no Brasil, as espécies de formigas *Dorymyrmex steigeri* Santschi, 1912, que possui registros para Argentina e Uruguai (SHATTUCK, 1994) e *Pheidole industa* Santschi, 1939 registrada somente para o Uruguai (WILSON, 2003).

A ordem Orthoptera apresentou três famílias Acrididae, Proscopiidae e Tettigoniidae, e todos os exemplares coletados se encontravam na fase de ninfa. Todas as famílias são fitófagas, nesse aspecto, há registro de desfolhamento em mudas de eucalipto ocasionado por *Tetanorhynchus smithi* Rehn, 1904 (Proscopiidae) (SANTOS et al., 2015).

Entre as espécies de Thysanoptera coletadas, *Thrips australis* (Bagnall, 1915) (Thripidae) apresentou-se como frequente (f) (Tabela 4.1). *Thrips australis* é uma das quatro espécies do gênero presentes no Brasil, é exótica e está associada, geralmente, à flores de *Eucalyptus* spp. (MONTEIRO; MOUND. ZUCCHI, 2001). Portanto, sua alta frequência pode estar ligada ao fato de na área do entorno próximo ao experimento existirem plantios com eucalipto. As demais espécies de tripes encontradas são nativas, sendo que *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché, 1833) alimenta-se de uma gama muito ampla de plantas, entre as quais, são referidas: citros, caqui e *Ficus* spp. (GALLO et al., 2002).

Para a ordem Neuroptera, foram registrados insetos predadores, como adultos e imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Chrysopidae) e adultos de *Dicromantispa gracilis* (Erichson, 1839) (Mantispidae) (Tabela 4.1). Os insetos de Chrysopidae, podem se

alimentar de ovos, lagartas neonatas, pulgões, cochonilhas, moscas-brancas, psilídeos, tripses, ácaros e outros artrópodos (CARVALHO; SOUZA, 2009). Nesse sentido, as larvas das espécies *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) são tidas como predadoras de pulgões, ácaros e pequenas lagartas, a serem utilizadas em plantios de nogueira-pecã (REE; KNUTSON, 1997). Liao et al. (1985), verificaram em laboratório a predação de 25 a 60 pulgões por dia, de *M. caryella*, por *C. rufilabris* e *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coccinellidae).

A ordem Diptera apresentou-se muito frequente (mf) (Tabela 4.1). No entanto, no presente estudo foi identificada somente a espécie *Plecia* cf. *nearctica* Hardy, 1940 (Bibionidae). *P. nearctica* é conhecida popularmente como “besouro-do-amor”, e possui duas gerações anuais, os ovos são colocados em solos úmidos e as larvas alimentam-se de material vegetal em decomposição, enquanto que os adultos se alimentam de pólen e néctar de flores (HETRICK, 1970). Cabe ressaltar, que os dípteros são importantes, pois existem espécies parasitoides de insetos, com destaque para a família Tachinidae (PARRA; COSTA; PINTO, 2011).

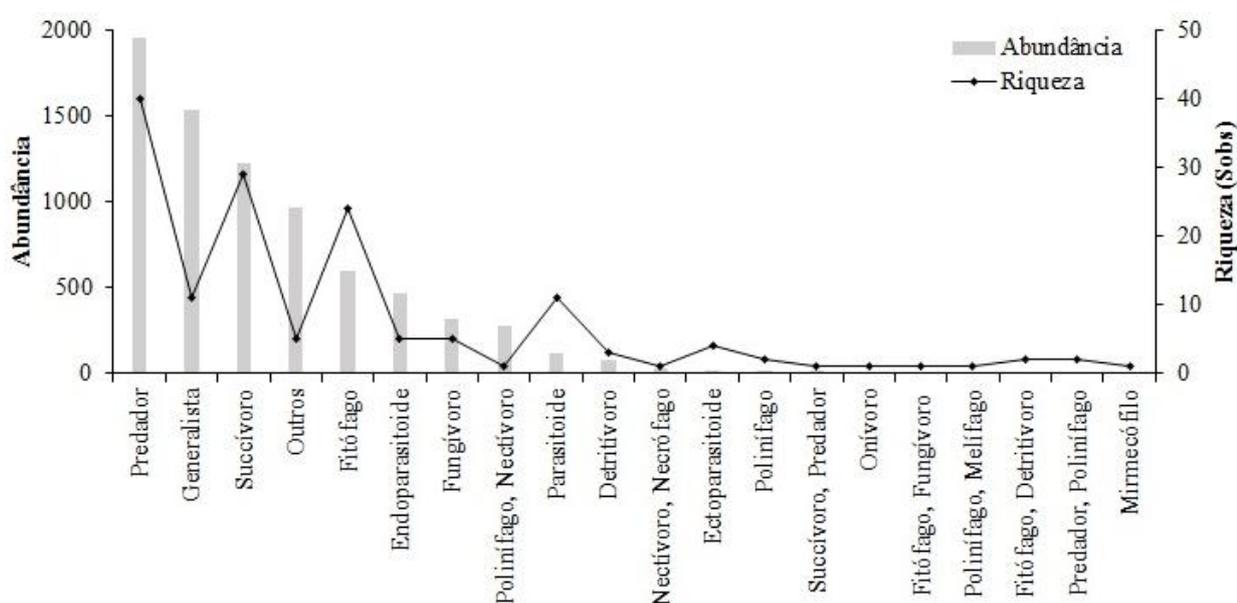
Blattaria, a ordem na qual estão inseridas as baratas, apresentou-se como pouco frequente (pf), assim, como as ordens Lepidoptera e Mantodea (Tabela 4.1). Na ordem Lepidoptera, foram verificadas apenas pequenas lagartas, não tendo sido verificados injúrias causadas pelas mesmas nas plantas de nogueira-pecã. Para Mantodea, foram encontradas apenas ninfas, essa ordem é importante, pois é composta de insetos predadores que se alimentam de uma gama de insetos (CARRANO-MOREIRA, 2015).

A classe Arachnida ficou distribuída em três ordens, tendo sido identificado para Araneae, sete famílias, sete gêneros e cinco nomes específicos; a ordem de ácaros Trombidiformes está representada por uma família, enquanto que a ordem Sarcoptiformes pela subordem Oribatida. Por fim, a classe Entognatha, esteve representada por duas ordens, a Entomobryomorpha, com uma única família e a Symphypleona (Tabela 4.1), os exemplares de ácaros e colêmbolos coletados foram pouco representativos no presente estudo, devido talvez, ao método de coleta utilizado não ser o mais indicado para esses grupos, subestimando assim sua presença no plantio. Destaca-se a presença da família de ácaros predadores, Erythraeidae.

As espécies de aranhas encontradas são em sua totalidade, predadoras (GULLAN; CRANSTON, 2012). Bumroongsook, Harris e Dean (1992), em seu estudo, constataram a ocorrência de 25 espécies de Araneae em um plantio de nogueira-pecã, com uma densidade de 10 a 100 aranhas por folha e menos de 1 a 10 exemplares do pulgão amarelo com asas de

margens pretas. Segundo os mesmos autores, as aranhas são importantes predadores, agindo no controle biológico natural de *M. caryella*. Assim, como pode-se observar na Tabela 4.1, a fauna de artrópodos de copa em noqueira-pecã apresenta grupos com variados hábitos alimentares.

Figura 4.1 – Abundância e riqueza observada (S_{obs}) segundo hábito alimentar de artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de noqueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.



Fonte: Autor (2016).

Conforme a Figura 4.1, observa-se a presença de inimigos naturais em potencial de espécies-praga para a cultura. Nesse aspecto, partindo-se da relação de abundância com a riqueza de espécies levantadas tem-se altas densidades e riqueza de predadores em toda a área avaliada. Em seguida, o grupo das espécies de hábito generalista apresenta menor riqueza e maior abundância, enquanto que os succívoros apresentam maior abundância e riqueza. Nesse sentido, de acordo com Parra, Costa e Pinto (2011), para que um inimigo natural, parasito ou predador, seja considerado eficiente para a utilização como agente de controle biológico deve apresentar, dentre as características ideais: especificidade hospedeira, sincronismo com a praga, potencial biótico elevado, habilidade de sobrevivência em caso da baixa população ou ausência do hospedeiro, bem como boa capacidade de busca. Assim, sugere-se estudos futuros com as espécies predadoras e parasitoides encontradas no presente estudo, visando atender tais critérios para o controle biológico natural das pragas de noqueira-pecã.

É importante salientar que verificou-se correlação significativa negativa, por Spearman entre as espécies predadoras, *C. flavipes* e *H. axyridis* ($r_s = -0,736$, $p < 0,01$), ou seja, na medida em que cresceu a densidade de *C. flavipes* diminuiu a de *H. axyridis*. Este fato pode ocorrer devido a competição por alimento e/ou espaço. O mesmo ocorre entre *C. flavipes* e Diptera ($r_s = -0,712$, $p < 0,01$). Já para *Harmonia axyridis* e Diptera, houve correlação significativa positiva ($r_s = 0,782$, $p < 0,01$), bem como para as espécies de formigas *B. admotus* e *C. (Myrmaphaenus) sp.1* ($r_s = 0,739$, $p < 0,01$), assim a medida que a população de uma determinada espécie aumentava, concomitantemente a outra também aumentava. Para as demais espécies de maior frequência relativa, não foi verificada correlação significativa. Pelo teste de Qui-quadrado, verificou-se uma associação estatisticamente significativa ($\alpha = 0,05$, $gl = 3$), entre as densidades de *M. caryella* e as espécies de formigas *B. admotus* e *C. (Myrmaphaenus) sp.1*. Porém, ressalta-se que não foi constatado a campo a possível interação existente entre essas espécies.

Dessa forma, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.2, os taxa refletem o que é verificado quanto a frequência relativa. Não verificou-se diferença estatística significativa (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$), para as densidades médias dos taxa de maior frequência entre os diferentes preparos de solo e coveamentos em plantio de nogueira-pecã. Porém verificou-se diferenças significativas (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$), entre as densidade dos taxa, dentro de cada tratamento e no total coletados (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Valores médios de abundância para os taxa de maior frequência de artrópodos coletados com rede, em copas de plantas de nogueira-pecã, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, em Santa Maria, RS. Novembro de 2014 a maio de 2015.

Taxa	Cp	Scp	Ecp	Cg	Total
<i>Chauliognathus flavipes</i>	3,4 aA	4,6 aA	3,3 aA	4,2 aA	3,9 A
<i>Harmonia axyridis</i>	3,8 aAB	4,9 aAB	4,7 aAB	4,4 aAB	4,4 B
Ordem Diptera	11,6 aCD	12,8 aC	8,6 aBC	14,7 aC	11,9 C
<i>Monellia caryella</i>	7,8 aBCD	10,1 aBC	9,0 aBC	10,1 aBC	9,2 C
<i>Brachymyrmex admotus</i>	12,7 aD	10,5 aBC	14,6 aC	9,4 aBC	11,8 C
<i>Camponotus (Myrmaphaenus) sp.1</i>	6,0 aABC	6,4 aABC	3,8 aA	4,9 aAB	5,3 B
<i>Thrips australis</i>	3,6 aAB	5,6 aAB	3,0 aA	6,0 aAB	4,5 AB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$, $n = 80$).

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm), em um plantio de nogueira-pecã.

Fonte: Autor (2016).

A ordem Diptera, *B. admotus* e *M. caryella*, mantiveram-se sendo os taxa com as maiores médias observadas no total (Tabela 4.2). Ressalta-se que *M. caryella*, não diferiu dos taxa de maiores médias em nenhuma das áreas com diferentes preparos do solo e coveamento em noqueira-pecã. Infere-se, com isso, que os tratamentos não influenciaram sobre essa espécie praga.

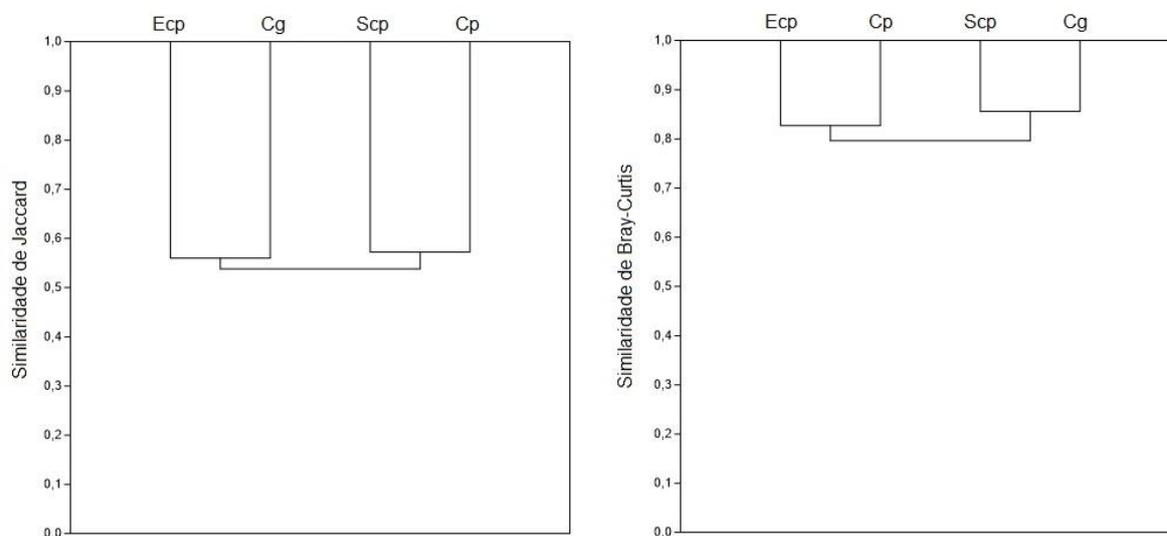
4.3.2 Parâmetros ecológicos e as variáveis climáticas

Dentre os tratamentos avaliados no presente estudo, a área com plantio em cova grande (Cg), apresentou a maior riqueza, com 99 espécies coletadas. Seguido dos tratamentos: com preparo do solo com enxada rotativa e plantio em cova pequena (Ecp), com 96 espécies; plantio em cova pequena (Cp), com 94 espécies; e, por fim, a área com preparo de solo utilizando subsolador mais grade niveladora e plantio em cova pequena (Scp), com 90 espécies (Tabela 4.1). Não foi verificada diferença estatística para as médias de riqueza e abundância, entre as áreas dos tratamentos avaliados (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$, $n = 80$).

Conforme textualiza a Tabela 4.1, os valores dos índices de diversidade de Shannon foram similares, com $H' = 3,22$ na área do tratamento Ecp e $H' = 3,30$ nas áreas dos tratamentos Cp e Scp. Os índices de Equitabilidade de Pielou também apresentaram-se altos, com $J' = 0,73$ nos tratamentos Cp e Scp e $J' = 0,71$ nos tratamentos Ecp e Cg. Para o total foi verificado índice de Shannon $H' = 3,35$ e uniformidade $J' = 0,67$. A elevada riqueza e uniformidade na distribuição das espécies encontradas, nas áreas avaliadas, bem como no total justificam a ocorrência de valores de índices de Shannon altos. Pois, dada uma certa riqueza, H' aumenta com a equitabilidade e, dada uma certa equitabilidade, H' aumenta com a riqueza, sendo que uma maior riqueza está ligada a disponibilidade de recursos (TOWNSEND; BEGON, HARPER, 2006).

De forma que, os resultados encontrados para os índices de diversidade e uniformidade são corroborados pela análise qualitativa de Jaccard (Figura 4.1). A Figura 4.2 demonstra um agrupamento formado pelos tratamentos Ecp e Cg, enquanto que Scp e Cp formaram outro grupo, ambos os grupos, com similaridade menor que 0,6. Quantitativamente, Ecp e Cp apresentaram maior similaridade, compondo um grupo, em detrimento de Scp e Cg, que apresentaram a maior similaridade, quando comparado ao primeiro grupo.

Figura 4.2 – Similaridade da fauna de atrópodos coletados com rede de copa, em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, de novembro de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm), em plantio de noqueira-pecã.

Fonte: Autor (2016).

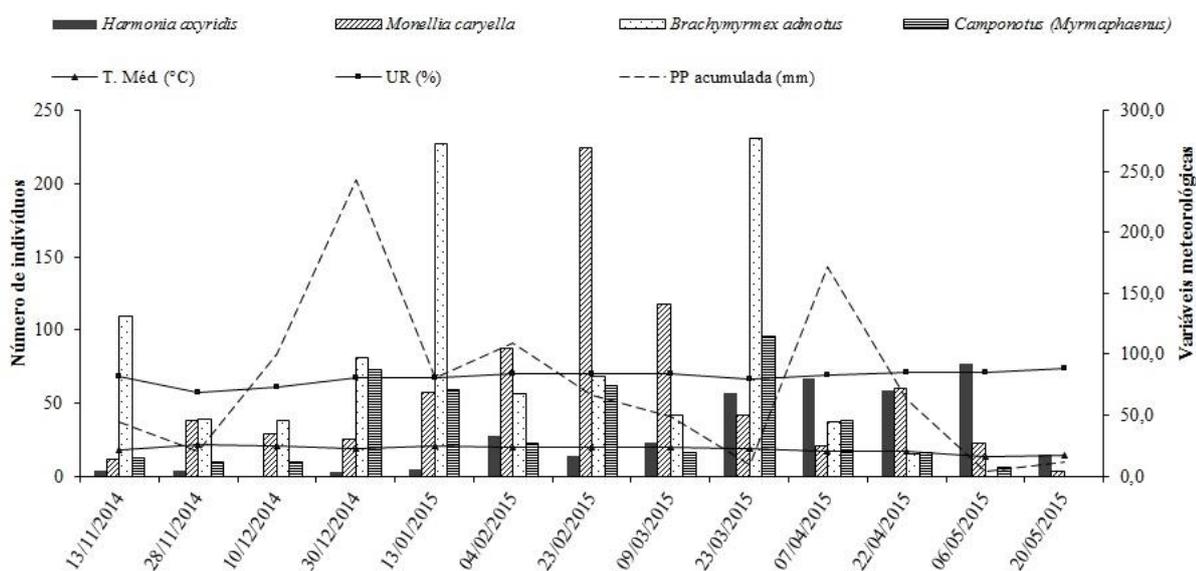
Do total de espécies encontradas nas copas de noqueira-pecã, a maior parte, ou seja, 44 (29,3 %), foram coletadas nas três estações climáticas correspondentes ao período de crescimento vegetativo, ou seja, na primavera (*pr*), no verão (*vr*) e no outono (*outn*); 25 (16,7 %), somente no verão; 21 (14,0 %), na primavera e no verão; 17 (11,3 %), somente na primavera; 17 (11,3 %), na primavera e reincidindo no outono; 15 (10,0 %) somente no outono; e 11 (7,3 %), no verão e outono (Tabela 4.1). O maior número de espécies foi verificado na estação com os valores das temperaturas médias e mínimas mais altas correspondente ao verão de 2015 (ANEXO C), com 101 (67,3 %) espécies coletadas, seguida das espécies coletadas na primavera, com 99 (66,0 %) e das espécies coletadas no outono, com 87 (58,0 %) (Tabela 4.1). Dessa forma, verifica-se influência da sazonalidade sobre a riqueza de espécies coletadas em copas de plantas de noqueira-pecã, no sul do Brasil. Nesse sentido, os insetos de vida livre, tendem a ter suas distribuições mais condicionadas à períodos do ano mais propícios (ARAÚJO, 2013), ou seja, sofrem influência maior da sazonalidade.

Para os *taxa* de maiores frequências, verificou-se correlação significativa por Spearman, para a temperatura média e a umidade relativa do ar. Na medida em que verificou-se um aumento na temperatura média do ar, aumentou a densidade de *C. flavipes* ($r_s = 0,655$,

$p < 0,05$) e de *M. caryella* ($r_s = 0,553$, $p < 0,05$), e diminuiu a abundância de *H. axyridis* ($r_s = -0,575$, $p < 0,05$). E a medida em que aumenta a umidade relativa do ar, diminui a densidade de *C. flavipes* ($r_s = -0,707$, $p < 0,01$) e *B. admotus* ($r_s = -0,567$, $p < 0,05$), e aumenta a densidade de *H. axyridis* ($r_s = 0,607$, $p < 0,05$). As demais espécies não apresentaram correlação com as variáveis meteorológicas, ressalta-se também, que não houve correlação com a precipitação.

Como as espécies de maiores frequências não apresentaram diferenças de densidade entre os tratamentos, a flutuação populacional apresenta os dados totais de abundância para as espécies que apresentaram correlação com as variáveis meteorológicas (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Flutuação populacional de *Harmonia axyridis*, *Monellia caryella*, *Brachymyrmex admotus* e *Chauliognathus flavipes* coletadas com rede de copa, em um plantio de noqueira-pecã submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, de novembro de 2014 a maio de 2015, em Santa Maria, RS.



Valores dos dados meteorológicos referentes aos 15 dias anteriores a realização de cada coleta = T. (°C): temperatura média, em graus Celsius; UR (%): umidade relativa média, em porcentagem; PP (mm). = precipitação acumulada, em milímetros.

Fonte: Autor (2016).

Constata-se na Figura 4.3 que *M. caryella* apresentou acme populacional, com 225 espécimes coletados em 23 de fevereiro de 2015, diferindo do encontrado para as armadilhas adesivas amarelas (ver Capítulo 3). O total coletado da espécie com rede de copa, em todo o período foi de 738 espécimes, sendo superior aos 206 espécimes encontrados, no período correspondente, para armadilhas adesivas amarelas. Verificou-se assim, um crescimento

populacional da espécie quando houve uma diminuição no número de predadores em potencial, apesar do teste Qui-quadrado $\alpha = 0,05$, $gl = 3$), ter indicado independência de *H. axyridis*. Porém, ressalta-se que outros fatores ambientais e de disponibilidade de recursos podem ter influenciado nesse crescimento.

H. axyridis, por sua vez, apresentou maior número de indivíduos (77 indivíduos), coletados em 6 de maio do mesmo ano, esse fato, corrobora com a correlação que sugere que a espécie prefere temperaturas amenas e maior umidade (ANEXO C). *C. flavipes* ocorreu de 28 de novembro a 31 de dezembro de 2014, com acme populacional, apresentando 244 espécimes, em 10 de dezembro do mesmo ano. *B. admotus* apresentou 231 espécimes em 23 de março de 2015.

4.3.3 Nutrição e crescimento das plantas

Os teores de nutrientes avaliados nas folhas de plantas de noqueira-pecã, aos três anos de idade, em um plantio submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos, são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Teores de macronutrientes $g\ kg^{-1}$ (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes $mg\ kg^{-1}$ (B, Cu, Fe, Mn, Zn) nas folhas das plantas de noqueira-pecã, com três anos de idade, submetido a diferentes preparos de solo e coveamentos. Fevereiro de 2015, em Santa Maria, RS.

Tratamentos	Macronutrientes ($g\ kg^{-1}$)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Cp	19,42	1,34	9,06	11,55	4,19	1,02
Scp	19,09	1,40	9,38	9,45	3,49	0,80
Ecp	19,85	1,33	8,78	10,68	3,56	0,77
Cg	18,47	1,29	8,51	10,17	3,59	0,78
Média $\pm\ \sigma$	19,21 $\pm\ 0,43$	1,34 $\pm\ 0,03$	8,93 $\pm\ 0,29$	10,46 $\pm\ 0,65$	3,71 $\pm\ 0,24$	0,84 $\pm\ 0,09$
	Micronutrientes ($mg\ kg^{-1}$)					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Cp	30,94	10,80	65,80	778,10	30,80	
Scp	30,42	8,46	68,90	696,20	31,05	
Ecp	32,76	8,54	81,50	808,80	25,45	
Cg	28,86	8,44	87,40	797,60	28,25	
Média $\pm\ \sigma$	30,75 $\pm\ 1,11$	9,06 $\pm\ 0,86$	75,91 $\pm\ 8,55$	770,17 $\pm\ 37,00$	28,89 $\pm\ 2,04$	

Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm), em plantio de noqueira-pecã.

Fonte: Autor (2016).

Para o nitrogênio a concentração ideal está entre 2,5 a 2,9 % (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004), ou seja, em todos os tratamentos este elemento ficou abaixo do recomendado. Os baixos teores desse mineral podem estar associados a não realização de adubação de crescimento no período anterior à análise.

O nitrogênio é o elemento essencial mais abundante nas plantas, constitui aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e nucleotídeos, sendo que plantas com deficiência desse mineral apresentam clorose (MARENCO; LOPES, 2009). Para a noqueira-pecã, o nitrogênio é um elemento que limita o crescimento e a rentabilidade da cultura. Com valores dentro do recomendado, esse elemento favorece uma maior produção de nozes e sanidade às plantas de *C. illinoensis* (WELLS, 2013). Segundo o mesmo autor, o balanço de nitrogênio e potássio (K) é de vital importância para as árvores, tendo sido encontrada no presente estudo a relação ideal dos teores de N/K na análise foliar, que é de 2:1. No entanto, assim como os valores de nitrogênio os valores do potássio estão abaixo do recomendado, que é de 1,3 à 2,5 %.

Entre os micronutrientes, o zinco (Zn) e o boro (B), também apresentaram valores abaixo do recomendado (Tabela 4.3). A faixa ideal para o cultivo da noqueira-pecã, tanto para o zinco, quanto para o boro é de 50 a 100 mg kg⁻¹ (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004).

O zinco é um mineral importante, pois abaixo do recomendado causa o retardo e redução no crescimento, além de resultar em folhas pequenas e mal conformadas, causando a formação de “folhas em roseta” (MARENCO; LOPES, 2009). Segundo Wells (2013), o zinco possui grande influência no retorno econômico de um plantio de noqueira-pecã, devido ao seu efeito sobre floração, tamanho dos frutos, eficiência foliar e produtividade de nozes, e particularmente importante na expansão foliar e no alongamento caulinar. A deficiência de zinco em noqueira-pecã pode ser diagnosticada pelas folhas pequenas e com bordas onduladas que produz uma clorose internerval (WOOD, 2007). O Boro por sua vez desempenha um papel importante no movimento de carboidratos através das paredes celulares e no crescimento e estabilidade do tubo polínico (WELLS, 2013).

Inserido nessa discussão, constatou-se que os menores valores absolutos dos nutrientes N e Zn, foram encontrados no tratamento com plantio em cova grande (Cg), em detrimento dos demais (Tabela 4.5). Conforme verificado no Capítulo 2, houve diferença significativa para o incremento médio anual (IMA) em altura em plantas de noqueira-pecã com três anos de idade, em 2015, sendo que o tratamento Cg apresentou o menor IMA, em detrimento do

tratamento Cp. Infere-se com isso que os nutrientes em questão podem ter afetado o crescimento em altura da nogueira-pecã, nas condições do presente estudo.

Verificou-se correlação significativa positiva para a variável de crescimento diâmetro a altura do coleto e as espécies *M. caryella* ($r_s = 0,458$, $p < 0,05$) e *H. axyridis* ($r_s = 0,445$, $p < 0,05$), ou seja, quanto maior o diâmetro das plantas de nogueira-pecã, maiores serão as densidades das duas espécies. Para as demais espécies de maior frequência relativa não foi verificada correlação significativa. Cabe ressaltar, que em 2015, na área do tratamento Cg, houve maior crescimento em diâmetro quando comparado a Cp (ver Capítulo 2).

4.4 CONCLUSÕES

A fauna de artrópodos presente em copas de plantas de nogueira-pecã é diversa, com presença de espécies predadoras, parasitoides e pragas em potencial para a cultura.

Monellia caryella é uma das espécies que possui dominância entre os artrópodos de copa de nogueira-pecã, não sofrendo influência dos diferentes preparos do solo e coveamentos propostos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M.; SILVA, V. B. Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélideo originário da região Paleártica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 941-944, 2002.
- ARAÚJO, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. **Revista da Biologia**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2013.
- AYRES, M. et al. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364 p.
- BALDIN, E. L. L.; FUJIHARA, R. T. Ordem Hemiptera. In: FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica**: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. cap. 07, p. 133-176.
- BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. H. C. Formigas (Hymenoptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. R. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: Base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 9, p. 323-370.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, v. 27, n. 4, p. 325-349. 1957.

BUMROONGSOOK, S.; HARRIS, M. K.; DEAN, D. Predation on blackmargined aphids (Homoptera: Aphididae) by spiders on pecan. **Biological Control**, v. 2, p. 15-18. 1992

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369 p.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: criação massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009. cap. 3, p. 77-116.

CHAO, A. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 11, n. 4, p. 265-270, 1984.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

COSTA, E. C. **Artrópodes associados a bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. 1986. 271 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

ESTRADA, C. I. N. **Control biológico de insectos: um enfoque agroecológico**. Medellín: Editorial Universidade de Antioquia, 2008. 282 p.

FAZOLIN, M. **Análise faunística de insetos coletados em seringueira no Acre**. 1991. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

FILHO, W. R.; QUEIRÓZ, E. C.; FARINHA, A. E. C. **Formigas associadas aos pulgões *Cinara pinivora* e *C. atlantica* (Wilson, 1919) em plantios de *Pinus* spp. no Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 3 p. (Comunicado Técnico, 76)

FREIRE, C. J. S.; MAGNANI, M. **Manual de coleta de amostras de folhas, para diagnose nutricional, das principais frutíferas cultivadas no RS e em SC**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 18 p. (Documentos, 142).

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo de noqueira-pecã**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, 2013. 301 p.

FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. 391 p.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARBELOTTO, T. A.; CAMPOS, L. A. **Pentatominae do Sul de Santa Catarina**. Curitiba, Brasil. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia. 2014. 80 p.

GASSEN, D. N. **Parasitas, patógenos e predadores de insetos associados à cultura do trigo**. Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1986. 86 p. (Circular Técnica, 1).

GATTO, A. et al. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 635-646, 2003.

GATTO, D. A. et al. Características tecnológicas das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 121-131, 2008.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4. ed. Tradução Sonia Maria Marques. São Paulo: Roca, 2012. 480 p.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HETRICK, L. A. Biology of the “love-bug”, *Plecia nearctica* (Diptera: Bibionidae). **The Florida Entomologist**, v. 53, n. 1, p. 23-26, 1970.

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. **Bulletin de la Société Voudoise des Sciences Naturelles**, n. 37, p. 547-279, 1901.

LIAO, H. T. et al. Impact of natural enemies on the blackmargined pecan aphid, *Monellia caryella* (Homoptera: Aphidae). **Environmental Entomology**, v. 14, n. 2, p. 122-126, 1985.

LIMA, S. S. de. **O cultivo de noz pecã no município de Itaquí - RS: O estudo de caso do sítio Parintis**. 2011. 49 f. Trabalho de Conclusão (Curso de Graduação Tecnológica em Planejamento para o Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2011.

LINK, D.; COSTA, E. C. Insetos associados à noqueira pecan em Santa Maria – RS. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1989. p. 101.

LIZ, R. S. et al. **Manejo do idiamim no cultivo do morangueiro**. Brasília: Embrapa, 2009. 8 p. (Comunicado Técnico, 69).

MAFIA, R. G.; MENDES, J. E. P; CORASSA, J. N. Análise comparativa dos surtos e danos causados pelos besouros desfolhadores *Costalimaita ferruginea* (Fabricius, 1801) e *Costalimaita lurida* (Lefèvre, 1891) em plantios de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, p. 829-836, 2014.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade ecológica**. Tradução Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed. da UFPR, 2011. 261 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 486 p.

MARINONI, R. C. et al. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 64 p.

MEDINA, L. B.; TRECHA, C. O.; ROSA, A. P. S. A. **Bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) visando fornecer subsídios para estudos de criação em dieta artificial**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 33 p. (Documentos, 375).

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Thrips* (Thysanoptera: Thripidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 61-63, 2001.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288 p.

MORAIS, R. M.; ALINE BARCELLOS, A.; REDAELLI, L. R. Insetos predadores em copas de *Citrus deliciosa* (Rutaceae) sob manejo orgânico no sul do Brasil. **Iheringia**, v. 96, n. 4, p. 419-424, 2006.

PARRA, J. R.; COSTA, V. A.; PINTO, A. S. Insetos parasitoides. **Ciência e Ambiente**, n. 43, p. 19-36, 2011.

RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012. 810 p.

REE, B.; KNUTSON, A. **Field guide to the insects and mites associated with pecan**. Texas: TX A&M Univ. System Publ. B-6055, 1997. 127 p.

RODRIGUES, W. C. et al. Dinâmica populacional de pulgão preto dos citros (Sternorrhyncha) em cultivo orgânico de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) em Seropédica-RJ. **EntomoBrasilis**, v. 3, n. 2, p. 38-44, 2010.

ROSSETTO, C. J.; ROSSETTO, D. *Astylus variegatus* (Germar, 1824) (Coleoptera Dasytidae) danificando sorgo. **Bragantia**, v. 35, n. 2, p. 1-2, 1976.

SANTANA, D. L. Q. et al. **O psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) em eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 3 p. (Comunicado Técnico, 105)

SANTANA, D. L. Q. **Psílideos em eucaliptos no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 14 p. (Circular Técnica, 109)

SANTOS, A. et al. Ocorrência de Proscopiidae em *Eucalyptus* spp.: análise da infestação e distribuição espacial. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 81, p. 41-45, 2015.

SHATTUCK, S. O. **Taxonomic catalogo of the ant subfamilis Aneuretinae and Dolichoderinae (Hymenoptera: Formicidae)**. California: University of California Press, 1994. 241 p.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres LTDA., 1976, 419 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. SBCS. Comissão de Química e Fertilidade do solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

TEDDERS, W. L. **Important biological and morphological characteristics of the foliarfeeding aphids of pecans**. Texas: USDA, 1978. 29 p. (Technical Bulletin, 1579).

TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Fisiologia molecular e evolutiva do processo digestivo dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. Embrapa: Brasília, 2009. p. 175-210.

THOMPSON, T. E.; CONNER, P. Pecan. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Eds.). **Handbook of Plant Breeding, 1, vol. 8, Fruit Breeding, Part 4**. New York: Springer Publishing, 2012. p. 771-801.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Tradução Gison Rudinei Pires Moreira et al. 2 ed. Porto Alegre: Arned, 2006. 592 p.

WELLS, L. (Ed.). **Southeastern pecan growers' handbook**. Georgia: University of Georgia, 2013. 236 p.

WILSON, E. O. ***Pheidole* in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus**. Cambridge: Harvard University Press, 2003. 794 p.

WOOD, B. Correction of zinc deficiency in pecan by soil banding. **HortScience**, v. 42, n. 7, p. 1554-1558, 2007.

5 OCORRÊNCIA DE COLEOBROCAS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE, SCOLYTINAE) EM NOGUEIRA-PECÃ NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

5.1 INTRODUÇÃO

Carya illinoensis (Wangenh.) K. Koch pertencente à família Juglandaceae, conhecida popularmente como noqueira-pecã, ocorre naturalmente do México aos Estados Unidos (McWILLIAMS, 2013). De acordo com Peterson (1990), cultivares melhoradas são amplamente cultivadas nos Estados Unidos e no exterior para fins de comercialização das nozes, e da madeira que pode ser utilizada para confecção de móveis, armários, painéis etc.

Nos últimos anos no Brasil, vem ocorrendo uma expansão das áreas plantadas com noqueira-pecã, concentrando-se principalmente na região sul, devido as condições bioclimáticas adequadas, somadas a demanda de nozes e ao bom preço pago pela amêndoa. Porém, com o crescimento de áreas plantadas, há uma preocupação com o surgimento de doenças e pragas que possam vir a comprometer o desenvolvimento das plantas e a produtividade dos pomares.

Nesse contexto, entre as espécies nocivas de insetos que atacam *C. illinoensis*, destacam-se os broqueadores, que comprometem tanto para a produtividade de nozes, quanto para a produção de madeira de boa qualidade. Em sua região de ocorrência natural, há uma predominância de espécies broqueadores de madeira (SOLOMON; PAYNE, 1986; THOMPSON; CONNER, 2012).

Popularmente conhecidos como besouros da ambrosia, as espécies pertencentes as subfamílias Scolytinae e Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae), possuem esse nome pelo fato de estabelecerem uma relação de simbiose mutualística com espécies de fungo que causam manchamento na madeira. Possuem o hábito alimentar essencialmente micetófago (BERTI FILHO, 1979). Segundo Carrano-Moreira (2014), essas espécies atacam inicialmente árvores estressadas ou injuriadas, porém quando atingem níveis populacionais elevados, podem atacar plantas sadias.

Dentre as coleobrocas relatadas atacando a noqueira-pecã na América do Norte, destacam-se *Platypus compositus* Say, 1824 (Coleoptera: Curculionidae, Platypodinae) (SOLOMON; PAYNE, 1986) e *Scolytus quadrispinosus* Say, 1824, *Xyleborus affinis* Eichhoff, 1868, *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius, 1801), *Xyleborus saxeseni* (Ratzeburg, 1837) e *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky, 1866) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) (SOLOMON; PAYNE, 1986; REE; KNUTSON, 1997; THOMPSON; CONNER,

2012). No sul do Brasil, espécies de Scolytinae e Platypodinae são consideradas pragas secundárias, e ocorrem associadas à espécies florestais cultivadas e nativas (PEDROSA-MACEDO et al., 1993; FLECHTMANN et al. 1995; MURARI, 2005; MACHADO, 2013), no entanto, até o momento, não existem registros de espécies de besouros da ambrosia, atacando plantas de noqueira-pecã.

Assim, o presente estudo tem como objetivo relatar a ocorrência de espécies de coleópteros broqueadores, em noqueira-pecã, em municípios do estado do Rio Grande do Sul, bem como caracterizar os danos ocasionados às árvores.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Localização e caracterização das áreas do estudo

A partir de relatos de produtores, que descreviam injúrias causadas por um inseto broqueador em plantas de *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (noqueira-pecã) no estado do Rio Grande do Sul, foram realizadas visitas técnicas com a finalidade de caracterizar os danos e recolher amostras. Os plantios de noqueira-pecã visitados estão localizados nos municípios de Mata e Tunas, bem como solicitado o envio da descrição e fotografias dos danos causados pelos insetos do plantio localizado no município de Santa Rosa (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Dados dos plantios em que houve a ocorrência de escolitíneos (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) em noqueira-pecã, em municípios do Rio Grande do Sul, Brasil. Outubro de 2012.

Cidades	Coordenadas Geográficas	Área	Cultivares	Idade
Mata	29°32'46"S; 54°23'3"O	3 ha	3 cultivares Barton para 1 de (Shawnee, Stuart e Choctaw)	6 anos
Santa Rosa	27°91'85"S; 54°54'88"O	26 ha	Predomínio de "Pitol 1"(Melhorada) e 2 polinizadoras (10%).	1; 2; 4 e 5 anos
Tunas	29°06'30"S; 52°56'4"O	1 ha	3 cultivares Barton para 1 de (Shawnee, Stuart e Choctaw)	2 anos

Os espaçamentos utilizados em todos os plantios foram de 7 m x 7 m; A ocorrência do inseto foi verificada em todos os plantios, no início do mês de outubro de 2012.

Fonte: Autor (2016).

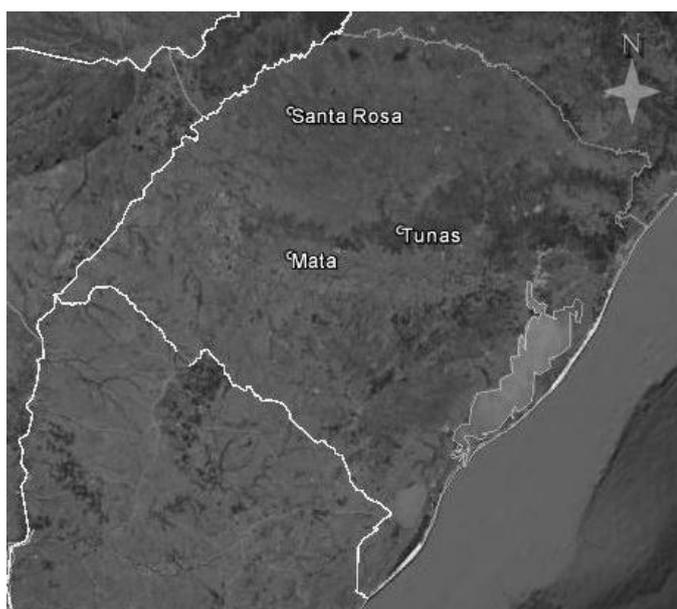
O município de Mata está localizado na mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense do estado do Rio Grande do sul, pertencendo a microrregião de Santa Maria (Figura 5.1), a 127 m de altitude. O solo da região é classificado como Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico

úmbrico (STRECK et al., 2008). As áreas adjacentes eram compostas de: área com capoeira (ao norte); campo com pecuária (sul); faixa de mata nativa (ao leste); e, plantio de *Eucalyptus* sp. com 4 anos de idade (ao oeste).

O município de Santa Rosa está localizado na mesorregião Noroeste Rio-Grandense do estado do Rio Grande do Sul, pertencendo a microrregião de Santa Rosa (Figura 5.1), a 277 m de altitude. A região possui três tipos de solos: Latossolo Vermelho Distroférico, Neossolo Regolítico Eutrófico e Cambissolo Háptico Eutrófico (STRECK et al., 2008). As áreas adjacentes ao plantio eram compostas por lavouras de grãos, em todos os sentidos cardeais (norte, sul, leste e oeste).

O município de Tunas está localizado na mesorregião do Noroeste Rio-Grandense do estado do Rio Grande do Sul, pertencendo a microrregião de Soledade, a 339 m do nível do mar. Os solos da região são classificados em Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico úmbrico e Neossolo Regolítico Distro-úmbrico léptico ou típico (STRECK et al., 2008). As áreas adjacentes eram compostas por plantio de grão, sendo que na época verificou-se o plantio de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em todos os sentidos cardeais (norte, sul, leste e oeste), sendo que parte do plantio permanecia separada do outro, por um remanescente de mata nativa.

Figura 5.1 – Localização das cidades em que ocorreram as amostragens em plantios de noqueira-pecã, no Rio Grande do Sul, Brasil.



Fonte: Google Earth (Imagem de 13 de dezembro de 2015).

O clima das cidades avaliadas, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com temperatura média do mês mais frio compreendida entre -3 °C e 18 °C; verão quente, com temperatura média para o mês mais quente superior a 22 °C. A precipitação média anual é de 1.770 mm, sem estiagens, com precipitação maior que 40 mm no mês mais seco (MORENO, 1961; ALVARES et al., 2013).

5.2.2 Coleta, triagem e identificação

A confirmação da subfamília Scolytinae foi realizada por meio da descrição dos danos, realizada através das visitas técnicas, bem como a partir do material coletado, para inspeção em laboratório. Os exemplares dos insetos adultos encontrados broqueando os caules das plantas de noqueira-pecã em Tunas, RS, foram enviados para identificação para especialista da área, conforme ANEXO C.

Por tratar-se de uma nova ocorrência, de grande impacto para a cultura da noqueira-pecã no país, todos os exemplares foram enviados para identificação e encontram-se sob posse do Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP).

5.2.3 Análise dos dados

Em Tunas, foram coletadas cinco plantas atacadas por insetos broqueadores. As plantas foram seccionadas logo acima do porta-enxerto. Em seguida com auxílio de um paquímetro digital foram mensurados, em metros (m): o maior diâmetro da Secção 1, correspondente à parte seccionada próxima ao porta-enxerto; o menor diâmetro da Secção 1 e o maior diâmetro da Secção 2, correspondentes a parte seccionada no meio do tronco da planta; e, por fim, o menor diâmetro da Secção 2, correspondente ao topo da árvore. Nas outras áreas não foram realizadas coletas dessa natureza.

A partir do seccionamento, realizou-se a contagem dos orifícios por Secção, bem como calculou-se o volume (m^3) das plantas com casca, pela fórmula de Smalian, dada por $V = \sum_n L * [(g1 + g2) / 2]$, em que: V = volume do tronco (m^3); L = comprimento do tronco (m); $g1$ = área seccional da extremidade inferior do tronco (m^2); e, $g2$ = área seccional da extremidade superior do tronco (m^2).

A fim de verificar a relação entre o número de orifícios presentes nas secções do tronco e o comprimento e volume, realizou-se correlação linear de Pearson (r), utilizando-se o *software* estatístico Assistat 7.7 beta, desenvolvido por Silva e Azevedo (2002).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das espécies enviadas para identificação, até o momento, chegou-se a dois gêneros e três espécies diferentes, sendo elas: *Corthylus* sp.1, *Corthylus* sp.2 e *Xyleborinus* sp. (Coleoptera: Curculinidae, Scolytinae). Como não houve a confirmação do nome científico, a seguir são apresentados as pesquisas que citam a ocorrência dos gêneros no país.

No Brasil, espécies do gênero *Corthylus* Erichson, 1836 estão associadas: ao abacateiro *Persea americana* Mill. (Lauraceae), a acácia-negra *Acacia mearnsii* De Wild. (Fabaceae), a ameixeira *Prunus* sp. (Rosaceae), ao cafeeiro *Coffea arabica* L. (Rubiaceae), ao eucalipto *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae), ao *Pinus taeda* L. (Pinaceae), a seringueira *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) (Euphorbiaceae), às florestas nativas (COSTA LIMA, 1956; SILVA et al., 1968; DORVAL; FILHO; MARQUES, 2004; MÜLLER; ANDREIV, 2004; MURARI, 2005; PELENTIR, 2007; BERNARDI et al., 2010; MACHADO, 2013; BASTOS, 2013; MACHADO et al., 2014; COVRE; SILVA; FLECHTMANN, 2015).

Enquanto que as espécies pertencentes ao gênero *Xyleborinus* Reitter, 1913 no país, encontram-se associadas à *A. mearnsii*, *H. brasiliensis*, *P. taeda*, e à florestas nativas (MURARI, 2005; BERNARDI et al., 2010; MACHADO, 2013; MACHADO et al., 2014; SILVA; PINHEIRO; FLECHTMANN, 2015).

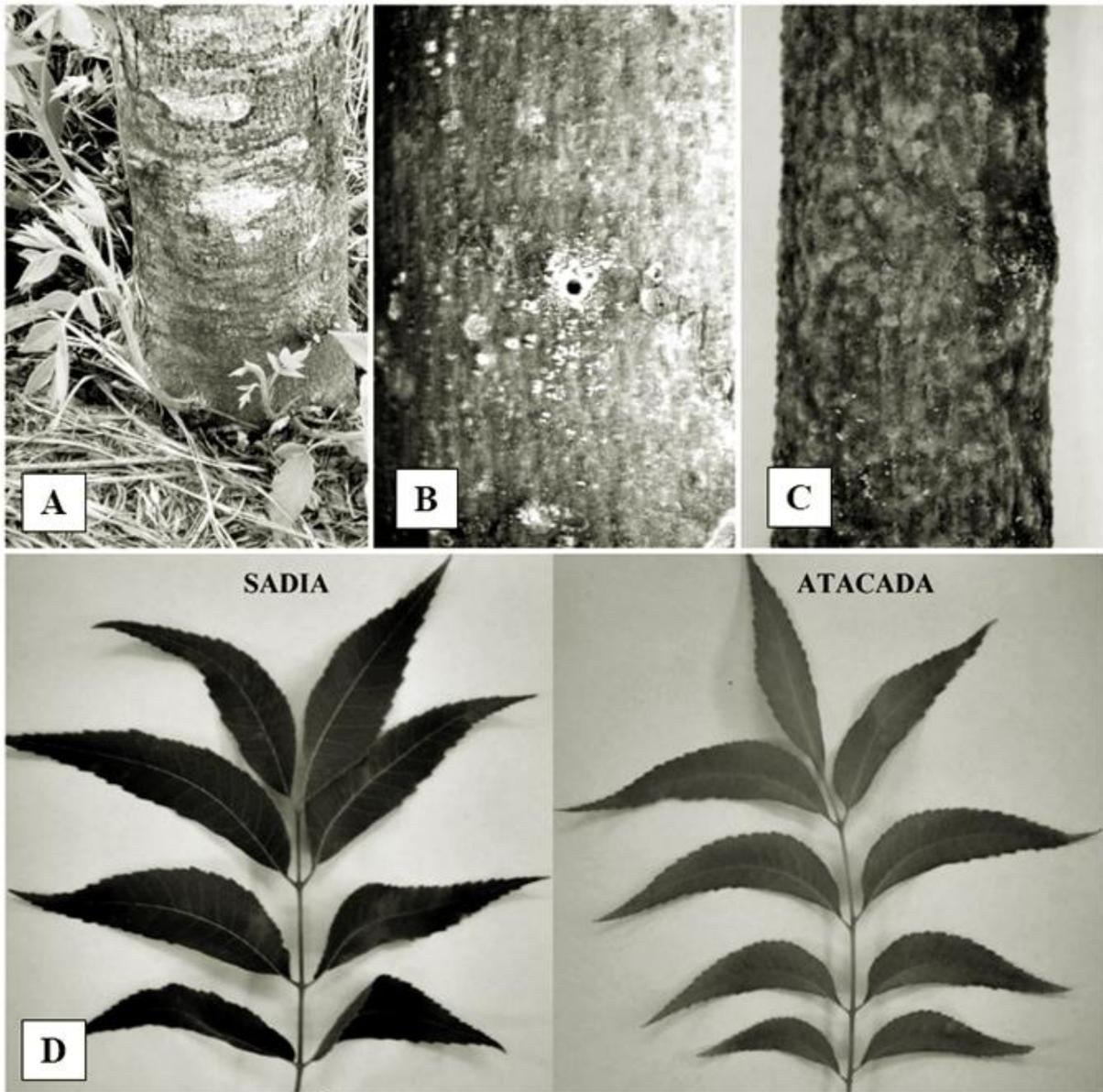
Os sintomas externos verificados nas plantas das áreas avaliadas, do ataque de espécies de escolitíneos em troncos de noqueira-pecã, são similares e constituíam-se na presença de brotação do porta-enxerto (Figura 5.2 A); orifícios no tronco (nunca no porta-enxerto); presença de serragem (Figura 5.2 B), e em alguns casos, exsudação da seiva; em outros casos, a casca apresentava rugosidade (Figura 5.2 C), e, amarelecimento das folhas (Figura 5.2 D).

Após apresentar um ou mais sintomas externos anteriormente citados, as folhas secavam e caíam (Figura 5.3 A), e após duas a quatro semanas, constatava-se a morte da planta (Figura 5.3 B). Na parte interna das plantas atacadas foi verificado o manchamento do lenho, tanto em corte longitudinal (Figura 5.3 C), quanto em corte transversal (Figura 5.3 D).

Em Mata, das 612 plantas de *C. illinoensis* vistoriadas, 101 (16,5 %), apresentavam sintomas de ataque. Enquanto que, em Santa Rosa, do plantio com aproximadamente 5.304

plantas de noqueira-pecã, verificou-se o ataque a cerca de 50 plantas, ou seja, 0,9 %. Este fato pode estar ligado ao tipo de solo encontrado na região do município, que são mais drenados e favorecem maior armazenamento de água e menor estresse hídrico.

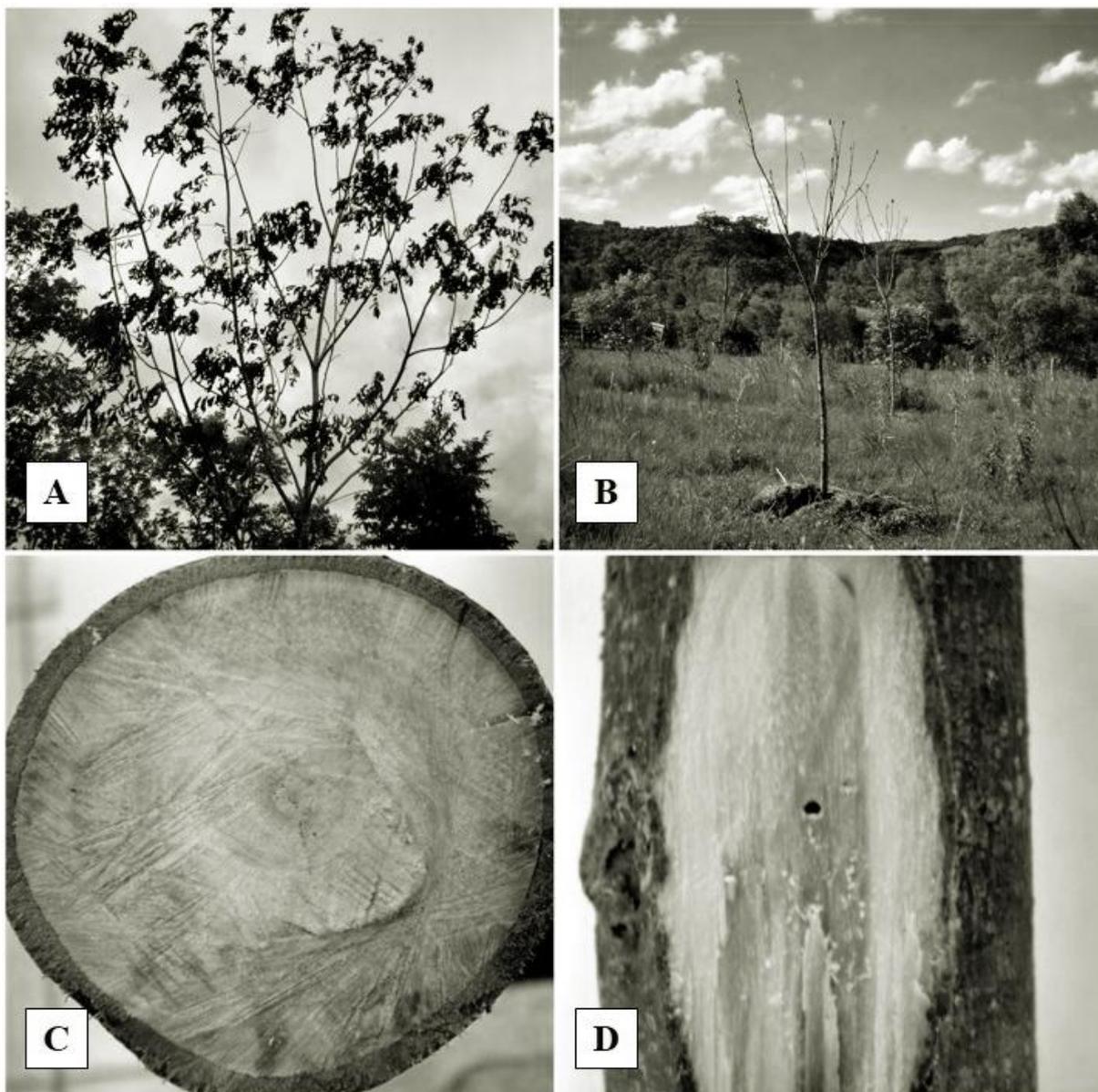
Figura 5.2 – Sintomologia externa indicando a presença de escolitíneos, em plantas de noqueira-pecã, em cidades do Rio Grande do Sul. Outubro de 2012.



Sintomologia externa do ataque de escolitíneo em noqueira-pecã: brotação do porta-enxerto (A); orifício no tronco com presença de serragem (B), casca apresentando rugosidade (C), e folha sadia e folha atacada, esta última apresentando amarelecimento (D).

Fotos: Autor (2012).

Figura 5.3 – Sintomologia externa e interna, da presença de escolitíneos em plantas de noqueira-pecã, em cidades do Rio Grande do Sul. Outubro de 2012.



Sintomologia do ataque de escolitíneo em noqueira-pecã. Sintomologia externa: com secagem das folhas (A), e consequente morte das plantas (B); Sintomologia interna: manchamento do lenho, em corte transversal (C), e em corte longitudinal (D).

Fotos: Autor (2012).

Em Tunas, das 204 plantas, 60 (29,4 %), apresentaram sintomas de ataque. Para o material coletado no município de Tunas verificou-se que o número total de orifícios de entrada/emergência de orifícios variou de 7 a 70, com uma média de 24 orifícios por planta (Tabela 5.2). O longo período de estiagem verificado naquele ano, associado ao tipo de solo encontrado na região, podem explicar o estresse hídrico, e o consequente surto da praga..

Tabela 5.2 – Número de orifícios de entrada e/ou emergência de escolitíneos em cinco árvores de noqueira-pecã, com dois anos de idade, em um plantio de um hectare, localizado no município de Tunas, RS, em 8 de novembro de 2012.

Árvores	*Secções	Maior Ø (m)	Menor Ø (m)	Comprimento (m)	**Volume (m ³)	Número de orifícios	Descrição dos danos
Árvore 1	Secção 1	0,040	0,027	0,800	0,036	0	Casca com aspecto normal, com exsudação de seiva a partir dos orifícios e madeira manchada apresentando forte odor.
	Secção 2	0,027	0,022	0,800		7	
Árvore 2	Secção 1	0,058	0,047	1,100	0,084	11	Casca com aspecto normal, sem exsudação de seiva e madeira manchada apresentando forte odor.
	Secção 2	0,047	0,042	1,100		59	
Árvore 3	Secção 1	0,039	0,025	1,000	0,043	7	Casca com aspecto enrugado sem exsudação de seiva e madeira manchada apresentando forte odor.
	Secção 2	0,025	0,020	1,000		9	
Árvore 4	Secção 1	0,022	0,016	0,750	0,019	3	Casca com aspecto enrugado, sem exsudação de seiva e madeira manchada apresentando forte odor.
	Secção 2	0,016	0,011	0,750		5	
Árvore 5	Secção 1	0,034	0,023	0,900	0,036	6	Casca com aspecto normal, com exsudação de seiva a partir dos orifícios e madeira manchada apresentando forte odor.
	Secção 2	0,023	0,021	0,900		13	
Média ± σ	Secção 1	0,039 ± 0,008	0,028 ± 0,008	0,910 ± 0,112	0,044 ± 0,016	5,4 ± 3,1	
	Secção 2	0,028 ± 0,008	0,023 ± 0,008	0,910 ± 0,112		18,6 ± 16,7	

*As árvores foram seccionadas logo acima do porta-enxerto, pois somente o enxerto apresentava ataque, as secções referem-se as partes que foram fragmentadas em cada árvore. Assim, o maior diâmetro da Secção 1, corresponde a parte seccionada próxima ao porta-enxerto; o menor diâmetro (Ø) da Secção 1 e o maior diâmetro da Secção 2 correspondem a parte seccionada no meio do caule da planta; e, por fim, o menor diâmetro da Secção 2, corresponde ao topo da árvore.

**Cubagem por Smalian, volume com casca.

*** Desvio padrão da média (σ).

Fonte: Autor (2012).

Das cinco plantas coletadas em Tunas (Tabela 5.2), observaram-se as características dos danos, sendo que: em duas (40 %), verificou-se a casca com aspecto normal, exsudação de seiva a partir dos orifícios e madeira manchada apresentando forte odor; nas outras duas (40 %), foi observada a casca com aspecto normal, sem exsudação de seiva e madeira manchada apresentando forte odor; e, por fim, em uma das plantas (20 %), constatou-se a casca com aspecto enrugado, sem exsudação de seiva e madeira manchada apresentando forte odor (Tabela 5.2).

Encontrou-se assim, correlação significativa positiva para o comprimento na Secção 1 ($r = 0,915$, $p < 0,05$) e Secção 2 ($r = 0,791$, $p < 0,05$), ou seja, quanto maior o comprimento dessas secções, maior o número de orifícios e entrada e/ou emergência dos broqueadores. Esse fato é corroborado pela correlação significativa positiva encontrada para a variável volume ($r = 0,952$, $p < 0,05$), que indica que quanto maior o volume, maior o número de orifícios utilizados pelos insetos broqueadores.

Segundo Flechtmann (2014), os besouros da ambrosia são xilomicetófagos e predominam na região Neotropical, possuem uma forte associação com fungos simbióticos, em sua maioria ascomicetos das ordens Ophiostomatales e Microascales (muitas associações com *Fusarium* já foram documentadas). Os fungos são transportados nas micângias, que podem estar localizadas entre as peças bucais, o tórax ou élitros dos insetos, estando presentes nas fêmeas, nos machos ou em ambos.

Euplatypus segnis (Chapuis, 1865) (Coleoptera: Curculionidae, Platypodinae), por exemplo, constitui-se em uma espécie de besouro da ambrosia do tronco e galhos da nogueira-pecã, associada as espécies de fungos *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria alternata* e *Lasiodiplodia theobromae*, que provocam a morte de plantas de *C. illinoensis*. Em algumas regiões do México estimam-se perdas de mais de 20 % da produção por essa combinação de insetos com fungos fitopatogênicos (ALVIDREZ-VILLARREAL et al., 2010). Assim, é considerada uma praga de importância econômica para a pecanicultura no México, e sua distribuição, atualmente, encontra-se restrita a alguns estados produtores do norte daquele país (SENASICA, 2013).

Alvidrez-Villarreal et al. (2012), realizaram teste de patogenicidade, com o besouro da ambrosia *E. segnis*, a partir da utilização de uma suspensão de conídios de *F. oxysporum*, *F. solani*, *A. alternata* e *L. theobromae* em plantas saudáveis de nogueira-pecã. Os autores constataram a morte dos galhos das árvores 84 dias após a inoculação, e concluíram que o

inseto em combinação com a invasão fúngica, eventualmente, podem causar a morte das plantas, além de contribuir para a propagação dos fungos nos pomares.

Os ataques de escolitíneos a noqueira-pecã nos municípios do sul do Brasil foram verificados em 2012, não reincidindo em 2013 e 2014. A hipótese levantada para explicar o ataque dos insetos, consiste no estresse hídrico provocado nas plantas pelo longo período de estiagem verificada durante o período vegetativo do ano anterior (2011-2012), no Rio Grande do Sul (ANEXO D). Assim, a falta de chuvas pode ter causado estresse nas plantas de noqueira-pecã o que fez com que estas atraíssem os insetos, por meio da emissão de compostos fenólicos. Nesse sentido, em sua região de ocorrência natural, a noqueira-pecã necessita o mínimo de 510 mm de chuvas durante o período de crescimento. (PETERSON, 1990).

Samaniego-Gaxiola et al. (2008), avaliaram a associação da podridão texana causada pela espécie de fungo *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert, (1973) (Rhiziniaceae), com a ocorrência de brocas da noqueira-pecã, com destaque para *E. segnis*. Os autores verificaram um aumento significativo da frequência de ataque das brocas, na medida em que aumentou o número de plantas de *C. illinoensis* apresentando sintomas de ataque de *P. omnivora* e déficit de umidade do solo. No entanto, é necessária a identificação das espécies de insetos e de possíveis patógenos presentes no lenho atacado, a fim de averiguar os verdadeiros motivos que levaram aos ataques dos insetos e a morte de plantas de *C. illinoensis*, bem como monitorar as espécies de besouros de ambrosia que ocorrem em noqueira-pecã no sul do país.

Ressalta-se que os relatos da sintomatologia de ataque de escolitíneos em plantas de noqueira-pecã, também ocorreram em outras cidades do estado do Rio Grande do Sul, na mesma época. Entre as quais, destacam-se Quevedos, São Pedro do Sul, São Francisco de Assis e Passo Fundo, no entanto, não obteve-se maiores detalhes sobre a quantificação dos danos nessas cidades.

5.4 CONCLUSÃO

Este é, portanto, o primeiro registro de ocorrência de coleobrocas (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), causando injúrias ao caule de plantas de noqueira-pecã, no sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVIDREZ-VILLARREAL, R. et al. Isolation and pathogenicity of fungi associated to ambrosia borer (*Euplatypus segnis*) found injuring pecan (*Carya illinoensis*) wood. **Agricultural Sciences**, v. 3, n. 3, p. 405-416, 2012.
- ALVIDREZ-VILLARREAL, R. et al. Metabolitos secundários em tecido de nogal pecanero danado por el barrenador ambrosial (*Euplatypus segnis* Chapuis) y hongos asociados. **Revista Agraria**, v. 7, n. 1-3, p. 26-33, 2010.
- BASTOS, E. A. S. **Influência da concentração de etanol na coleta de scolytíneos (Coleoptera, Curculionidae) em área de mata nativa no município de Campo Verde-MT**. 2013. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. 2013.
- BERNARDI, O. et al. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas e etanólicas em plantio de *Eucalyptus* spp. no sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 579-588, 2010.
- BERTI FILHO, E. Coleópteros e importância florestal: 1 – Scolytidae. **IPEF**, n. 19, p. 39-43, 1979.
- CARRANO-MOREIRA, A. F. **Manejo integrado de pragas florestais: conceitos, fundamentos ecológicos e táticas de controle**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2014. 349 p.
- COSTA LIMA, A. M. **Insetos do Brasil: Coleoptera - 10º Tomo (4ª parte)**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. Cap. 29. 1956. p. 3-371.
- COVRE, L. S.; SILVA, J. C. P.; FLECHTMANN, C. A. H. Scolytinae and Platypodinae (Curculionidae) in *Hevea brasiliensis*: from implantation to clearcutting. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 4., 2015, São José do Rio Preto/SP. **Anais...** São José do Rio Preto: CEDRAGO, 2015, p. 1-4.
- DORVAL, A.; FILHO, O. P.; MARQUES, E. N. Levantamento de Scolytidae (Coleoptera) em plantações de *Eucalyptus* spp. em Cuiabá, Estado de Mato Grosso. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 47-58, 2004.
- FLECHTMANN, C. A. H. **Curculionidae (Scolytinae e Platypodinae) vetores de fungos fitopatogênicos**. 2014. Palestra realizada no XXXVII Congresso Paulista de Fitopatologia, em 11 fev. 2014.
- FLECHTMANN, C. A. H. et al. **Manual de pragas em florestas: Scolytidae em reflorestamento com pinheiros tropicais**. v. 4. Piracicaba: IPEF, 1995. 201 p.

- MACHADO, L. M. **Determinação da altura de voo de escolitídeos em mata nativa e em povoamento de *Pinus taeda***. 2013. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2013.
- MACHADO, L. M. et al. Escolitíneos associados a uma população de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Biotemas**, v. 27, n. 3, p. 57-63, 2014.
- McWILLIAMS, J. **The Pecan: A History of America's Native Nut**. Austin: Hardcover, 2013. 178 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- MÜLLER, J. A.; ANDREIV, J. Caracterização da família Scolytidae (Insecta: Coleoptera) em três ambientes florestais. **Cerne**, v. 10, n. 1, p. 39-45, 2004.
- MURARI, A. B. **Levantamento populacional de Scolytidae (Coleoptera) em povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild)**. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. et al. **Pragas Florestais do Sul do Brasil**. v. 2. Viçosa: IPEF/SIF, 1993. 112 p.
- PELENTIR, S. C. S. **Eficiência de cinco modelos de armadilhas etanólicas na coleta de Coleoptera: Scolytidae, em floresta nativa no município de Itaara RS**. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- PETERSON, J. K. *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch pecan. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Orgs.) **Silvics of North America**. vol. 2. Hardwoods. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 205-210.
- REE, B.; KNUTSON, A. **Field guide to the insects and mites associated with pecan**. Texas: TX A&M Univ. System Publ. B-6055, 1997. 127 p.
- SAMANIEGO-GAXIOLA, J. A. et al. Asociación entre pudrición texana (*Phymatotrichopsis omnivora*) e insectos barrenadores del nogal (*Carya illinoensis*). **Agricultura Técnica en México**, v. 34, n. 1, p. 21-32, 2008.
- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. **Barrenador del tronco del nogal (*Euplatypus segnis* Bright & Skidmore)**. México, DF: Dirección General de Sanidad Vegetal, 2013. 15 p. (Ficha Técnica, 8)
- SILVA, A. G. A. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Edição Ampliada, Parte II - 1º Tomo, Insetos, Hospedeiros e Inimigos Naturais. Rio de Janeiro, GB: Departamento de Defesa e inspeção agropecuária, Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, – Brasil 1968, p. 1-622.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, J. C. P.; PINHEIRO, G. C.; FLECHTMANN, C. A. H. Influence of tapping on the abundance of Scolytinae and Platypodinae (Curculionidae) in *Hevea brasiliensis* in Northwestern São Paulo State, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 4., 2015, São José do Rio Preto/SP. **Anais...** São José do Rio Preto: CEDRAGO, 2015, p. 1-4.

SOLOMON, J. D.; PAYNE, J. A. **A Guide to the Insect Borers, Pruners, and Girdlers of Pecan and Hickory**. General Technical Report SO-64. New Orleans: United States Department of Agriculture, 1986. 31 p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater-RS/ASCAR, 2008. 222p.

THOMPSON, T. E.; CONNER, P. Pecan. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Eds.). **Handbook of Plant Breeding**, 1, vol. 8, Fruit Breeding, Part 4. New York: Springer Publishing, 2012. p. 771-801.

6 OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PERCEVEJOS FITÓFAGOS ASSOCIADAS A FRUTOS DE NOGUEIRA-PECÃ NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

6.1 INTRODUÇÃO

A produção de noz-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Juglandaceae), em nível mundial é liderada pelos Estados Unidos e México, que respondem juntos por 93 % do total de nozes-pecã produzidas (INC, 2013). No Brasil, a soma das áreas destinadas à colheita de nozes (fruto seco) é de 3.199 ha, com a maior parcela de área plantada no estado do Rio Grande do Sul, com 1.704 ha (53,3 %) (IBGE, 2014).

Segundo Gatto et al. (2008), o estado do Rio Grande do Sul possui o maior pomar de noqueira-pecã da América Latina, destinando-se, exclusivamente, a produção de nozes comestíveis. Aliado a isso, vem se intensificando nos últimos anos a expansão de áreas cultivadas com *C. illinoensis* em vários municípios da região sul do país, fato este, estimulado pelas características satisfatórias apresentadas pela cultura, como à diversificação da produção e alta produtividade dos plantios, além, naturalmente da adaptação as condições edafoclimáticas da região.

Entretanto, com a expansão da pecanicultura no país e o conseqüente aumento de áreas plantadas, aumentam os riscos de surtos de insetos-praga nos plantios de *C. illinoensis*, devido à maior oferta de alimento para essas espécies. Assim, espécies-praga ocasionais de noqueira-pecã, como por exemplo, os percevejos fitófagos pertencentes as famílias Coreidae e Pentatomidae, podem alcançar níveis de pragas primárias (RIVERO; HERNÁNDEZ, 2009).

Nesse sentido, apesar de já estabelecido há mais de cem anos no Brasil (ORTIZ; CAMARGO, 2005), as tecnologias aplicadas no cultivo de *C. illinoensis* adotadas atualmente, contam com a escassez de publicações provenientes de estudos realizados no país. Entre as carências, destacam-se estudos relacionados a entomofauna associada, risco potencial de pragas e quantificação dos danos ocasionados por insetos-praga e seu controle em plantios de noqueira-pecã.

Assim, o presente estudo tem por objetivo relatar a primeira ocorrência de três espécies de percevejos fitófagos atacando frutos de *C. illinoensis*, em Paraíso do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Localização e caracterização da área do estudo

O estudo foi realizado no município de Paraíso do Sul, localizado na região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°44'00" S; 53°11'00" O), em área de transição do Bioma Mata Atlântica e Bioma Pampa, às margens da RST-287, distante 223 km de Porto Alegre, pertencente à Microrregião de Cachoeira do Sul e à Mesorregião Centro Oriental Rio-Grandense. O município está situado a uma altitude mínima de 34 metros em relação ao nível do mar.

Na zona rural do município de Paraíso do Sul, RS, foram constatadas as ocorrências das espécies de percevejos em duas áreas distintas. Na área 1 (A1), foram realizadas duas coletas manuais em março de 2014, em um pomar produtivo com dez anos de idade, com árvores de altura média de seis metros, localizado nas coordenadas 29°38'43" S e 53° 09'15" O, com área de aproximadamente um hectare e meio, e população de 180 plantas, dispostas em espaçamento 7 m x 7 m (sete metros da linha e sete metros da entrelinha de plantio). O pomar foi composto pela proporção de três plantas da variedade Barton para uma de polinizadora (Shawnee, Stuart e Choctaw). O pomar da área A1, possuía como áreas adjacentes: mata nativa (ao norte); campo nativo (ao sul); mata nativa (a leste); e mata nativa e plantio de *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) (a oeste).

Na área 2 (A2), foi realizada uma coleta, em março de 2015, em um pomar produtivo com dez anos de idade, com árvores de altura média de seis metros, localizado nas coordenadas 29°39'33"S e 53° 08'24"W, com área de aproximadamente um hectare e população de 100 plantas, em espaçamento 7 m x 7 m. O pomar foi composto pela proporção de três plantas da variedade Barton para uma de polinizadora (Shawnee, Stuart e Choctaw). O pomar da área A2, possuía como áreas adjacentes plantios de: *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae) (ao norte); *Zea mays* L. (Poaceae) (ao sul e a oeste); e um remanescente de mata nativa (a leste).

6.2.2 Mensuração dos frutos atacados

Ainda na área A1, foram colhidos frutos com sintomas de ataque pelas espécies de percevejos coletadas, caracterizados por furos e necrose dos tecidos. Em laboratório foram mensuradas, com auxílio de um paquímetro digital, as variáveis de comprimento (cm) e

diâmetro médio (cm) de 50 frutos de noqueira-pecã. Na área A2, não foi realizada a mensuração dos frutos.

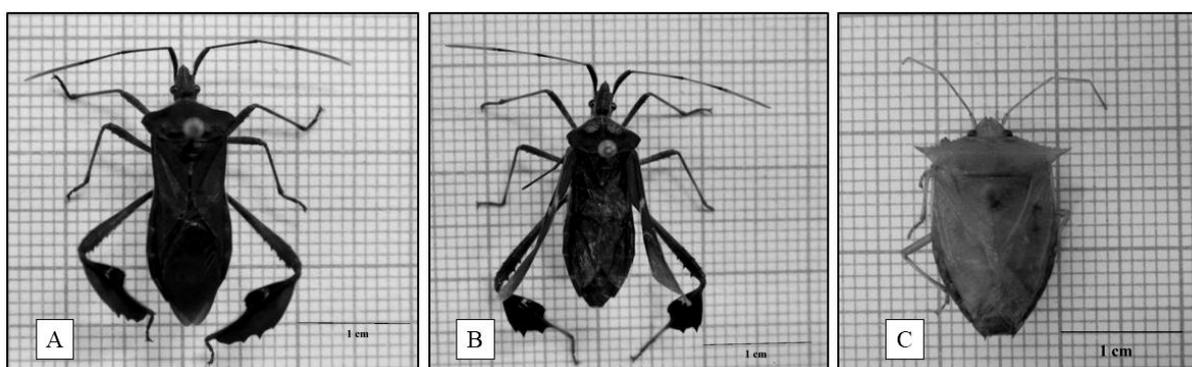
6.2.3 Triagem e identificação

Os insetos adultos coletados nas duas áreas foram levados ao Laboratório de Entomologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram transfixados e secos em estufa a 35°C por 72 horas, os exemplares “voucher” encontram-se depositados na coleção de referência da UFSM. As espécies de percevejos foram encaminhadas a especialistas da área para identificação (APÊNDICE C).

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em março de 2014, na área A1, foram coletados quinze exemplares de percevejos e em março de 2015, na área A2, foi coletado um exemplar de percevejo, encontrados predando frutos de noqueira-pecã em Paraíso do Sul, RS, Brasil. As espécies encontradas na área A1, foram identificadas como *Leptoglossus stigma* (Herbst, 1784) (Figura 6.1-A) e *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) (Figura 6.1-B), e na área A2, como *Loxa deducta* Walker, 1867 (Hemiptera: Pentatomidae) (Figura 6.1-C).

Figura 6.1 – Percevejos fitófagos: *Leptoglossus stigma* (A), *L. zonatus* (B) e *Loxa deducta* (C), encontrados atacando frutos de noqueira-pecã, em Paraíso do Sul, RS.



Fonte: Autor (A e B em 2014, e C em 2015).

Os frutos coletados atacados pelos insetos, em ambas as áreas, encontravam-se em processo de crescimento (fase aquosa do fruto). O dano foi caracterizado a partir da presença do orifício onde os insetos adultos inseriram seu aparelho bucal (estilete) no endocarpo dos frutos de *C. illinoensis*, ocasionando uma necrose no local e regiões adjacentes (Figura 6.2), com consequente queda dos frutos. Este constituiu-se como o primeiro registro de espécies de percevejos pertencentes as famílias Coreidae e Pentatomidae, danificando frutos de noqueira-pecã no Brasil.

Figura 6.2 – Fruto de noqueira-pecã atacado por percevejos fitófagos em Paraíso do Sul, RS.



Fonte: Autor (2014).

A partir da mensuração dos 50 frutos atacados pelas espécies de percevejos, na área A1, verificou-se que o comprimento médio foi de $5,33 \pm \sigma=0,34$ cm e o diâmetro médio de $2,92 \pm \sigma= 0,13$ cm. Em março de 2014, na área A1, observou-se a queda de 100% dos frutos atacados (comunicação pessoal)², pelas espécies *L. stigma* e *L. zonatus*. No entanto, esse fato pode ser melhor explicado pela estiagem ocorrida no verão do mesmo ano, no município de Paraíso do Sul, onde se registrou 56 dias sem chuvas. Nesse sentido, sabe-se que longos períodos de seca favorecem a queda dos frutos de noqueira-pecã.

Yates, Tedders e Sparks (1991) referem os primeiros estudos com percevejos, descrevendo o ataque aos frutos de noqueira-pecã, na etapa de crescimento rápido e estágio aquoso, sendo que dois dias após o ataque há a necrose na casca, e após quatro ou cinco dias, no interior do fruto, provocando sua queda. Depois do endurecimento da casca, ocorrem manchas escuras, que deixam a amêndoa em desenvolvimento ou já desenvolvida, com sabor

² Proprietário da área A1, Sr. Marcio Moacir Temp.

amargo. Segundo os autores, isso ocorre pois, o aparelho bucal dos percevejos tem a capacidade de penetrar na casca endurecida das nozes, causando assim, danos na amêndoa.

As principais espécies de percevejos registradas atacando frutos de noqueira-pecã em nível mundial pertencem a família Coreidae: *Acanthocephala femorata* (F.), *Leptoglossus phyllopus* L. e *Leptoglossus oppositus* Say; e Pentatomidae: *Acrosternum hilare* (Say), *Chlorochroa ligata* (Say), *Euschistus servus* (Say), *Euschistus tristigmus* (Say), *Nezara viridula* L. (DUTCHER; TODD, 1983; YATES; TEDDERS; SPARKS, 1991; COTTRELL; YONCE; WOOD, 2000; REE, 2003; THOMPSON; CONNER, 2012). No Brasil, as espécies de percevejos descritas pela primeira vez no presente estudo, atacando frutos de noqueira-pecã em Paraíso do Sul, RS, já foram registradas para outras espécies vegetais (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Lista de espécies vegetais atacadas por *Leptoglossus stigma*, *L. zonatus* e *Loxa deducta*, no Brasil.

Vegetais		Espécies de percevejos
Famílias	Espécies	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L. <i>Lythraea brasiliensis</i> March. <i>Mangifera indica</i> L. <i>Schinus molle</i> L.	<i>L. stigma</i> ¹ <i>L. deducta</i> ⁶ <i>L. stigma</i> ¹ e <i>L. zonatus</i> ⁵ <i>L. deducta</i> ⁶
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai <i>Cucumis melo</i> L. <i>Cucurbita</i> sp.	<i>L. stigma</i> ¹ <i>L. stigma</i> ¹ <i>L. stigma</i> ¹
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania klotzschiana</i> (Müll. Arg.)	<i>L. deducta</i> ⁶
Fabaceae	<i>Bauhinia candicans</i> Beth. <i>Glycine max</i> (L.) Merrill <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) DC.	<i>L. deducta</i> ⁶ <i>L. deducta</i> ⁶ <i>L. deducta</i> ⁶
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	<i>L. stigma</i> ¹
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé & Moc. <i>Malpighia glabra</i> L.	<i>L. zonatus</i> ⁵ <i>L. zonatus</i> ³ e <i>L. deducta</i> ³
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	<i>L. zonatus</i> ⁵
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine <i>Psidium guajava</i> L.	<i>L. stigma</i> ¹ <i>L. stigma</i> ¹ e <i>L. zonatus</i> ¹
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> (Ait.)	<i>L. deducta</i> ⁶
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	<i>L. stigma</i> ¹ e <i>L. zonatus</i> ⁴
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> spp.	<i>L. zonatus</i> ²
Rutaceae	<i>Citrus</i> spp.	<i>L. stigma</i> ¹ e <i>L. zonatus</i> ¹
Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	<i>L. deducta</i> ⁶

Fonte: ¹ Costa Lima (1940); ² Caetano, Júnior e Ruggiero (2000); ³ Michelotto, Silva e Busoli (2006); ⁴ Pires et al. (2011); ⁵ Pires et al. (2012) e ⁶ Garbelotto e Campos (2014), organizado pelo Autor (2016).

Portanto, a partir do conhecimento de ocorrência das espécies de percevejos fitófagos que atacam os frutos de noqueira-pecã no Brasil, sugerem-se estudos futuros que envolvam o

comportamento e biologia das espécies relatadas, assim como as formas de controle. Para esse último, sugere-se ênfase em estudos no controle biológico, pois a amêndoa é consumida *in natura* e o uso abusivo de agrotóxicos pode comprometer a saúde dos consumidores. Nesse sentido, alguns estudos já realizados em outras culturas no país, podem nortear pesquisas futuras com os percevejos na noqueira-pecã, uma vez que trazem a ocorrência de parasitoides em *Leptoglossus zonatus* (MARCHIORI et al., 2001; MARCHIORI; OLIVEIRA; COSTA, 2002; MARCHIORI, 2003).

6.4 CONCLUSÃO

Este é o primeiro registro de ocorrência de *Leptoglossus stigma*, *Leptoglossus zonatus* (Coreidae) e *Loxa deducta* (Pentatomidae), causando danos em frutos de *Carya illinoensis* no Brasil.

REFERÊNCIAS

- CAETANO, A. C.; JÚNIOR, A. L. B.; RUGGIERO, C. Avaliação da ocorrência sazonal de percevejos em cinco espécies de maracujazeiro, utilizando dois métodos de amostragem. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 45-51, 2000.
- COSTA LIMA, A. M. **Insetos do Brasil: Hemípteros - 2º Tomo (1ª parte)**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. Cap. 22. 1940. p. 3-352.
- COTTRELL, T. E. YONCE, C. E.; WOOD, B. W. Seasonal occurrence and vertical distribution of *Euschistus servus* (Say) and *Euschistus tristigmus* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) in pecan orchards. **Journal of Entomological Science**, v. 35, n. 4, p. 421-431, 2000.
- DUTCHER, J. D.; TODD, J. W. Hemipteran kernel damage of pecan. **Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America**, v. 13, p. 1-11, 1983.
- GARBELOTTO, T. A.; CAMPOS, L. A. **Pentatominae do Sul de Santa Catarina**. Curitiba, Brasil. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia. 2014. 80 p.
- GATTO, D. A. et al. Características tecnológicas das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 121-131, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavoura Agrícola Municipal 2014 – Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2014/default_xls.shtm>. Acesso em: 17 nov. 2015.

INC. International Nut and Dried Fruit Council Foundation. **Global Statistical Review 2008-2013**. Reus, 2013. Disponível em: <http://www.nutfruit.org/global-statistical-review-2008-2013_85959.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

MARCHIORI, C. H. et al. Ocorrência de *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitando ovos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) em Itumbiara, Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n. 2, p. 169-170, 2001.

MARCHIORI, C. H. Occurrence of the parasitoid *Anastatus* sp. in eggs of *Leptoglossus zonatus* under the maize in Brazil. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 767-768, 2003.

MARCHIORI, C. H.; OLIVEIRA, A. M. S.; COSTA, M. C. R. Primeiro registro de ocorrência do parasitoide *Brasema* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae) em ovos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 1067-1068, 2002.

MICHELOTTO, M. D.; SILVA, R. A.; BUSOLI, A. C. Percevejos (Hemiptera: Heteroptera) coletados em aceroleira (*Malpighia glabra* L.) em Jaboticabal, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 123-125, 2006.

ORTIZ, E. R. N.; CAMARGO, L. E. A. Doenças da noqueira pecan (*Carya illinoensis*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Orgs.). **Manual de fitopatologia vol. 2**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 501-506.

PIRES, E. M. et al. New Record of *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae) Attacking Starfruit (*Averrhoa carambola* L.) in Sinop, Mato Grosso, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 4, n. 1, p. 33-35, 2011.

PIRES, E. M. et al. Novas Plantas Hospedeiras para o Percevejo Fitófago *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae). **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 249-252, 2012.

REE, B. A Partial List of Damaging Insects Attacking Pecan in the United States. Texas A&M University (Department of Entomology), 2003. Disponível em: <http://pecankernel.tamu.edu/pecan_insects/pests/pest_list.html>. Acesso em: 25 abr. 2015.

RIVERO, S. H. T; HERNÁNDEZ, A. G. Especies, Fluctuación Poblacional y Enemigos Naturales de Chinchas (Hemíptera: Pentatomidae, Coreidae, Largidae) Asociadas a Nogal Pecanero. **Southwestern Entomologist**, v. 34, n. 3, p. 305-318, 2009.

THOMPSON, T. E.; CONNER, P. Pecan. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Eds.). **Handbook of Plant Breeding, 1, vol. 8, Fruit Breeding, Part 4**. New York: Springer Publishing, 2012. p. 771-801.

YATES, I. E.; TEDDERS, W. L.; SPARKS, D. Diagnostic evidence of damage on pecan shells by stinkbugs and coreid bugs. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 116, n. 1, p. 42-46, 1991.

7 CONCLUSÃO GERAL

- As alternativas de diferentes preparos de solo e coveamentos em plantio de noqueira-pecã alteram a diversidade da fauna epigéica. A utilização de enxada rotativa e plantio em cova pequena, afeta de maneira negativa os artrópodos do solo, sendo que as espécies de Coleoptera mostram-se as mais sensíveis as alterações antrópicas;
- O plantio de noqueira-pecã em Argissolo Vermelho, realizado em cova grande de 40 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade, para as condições do presente estudo, associa o bom crescimento das plantas em diâmetro, altura e a manutenção da diversidade de coleópteros;
- Os artrópodos coletados com armadilhas adesivas amarelas, não sofrem interferência dos diferentes preparos do solo e coveamentos propostos;
- O método de coleta utilizando armadilhas adesivas amarelas é indicado para levantamentos populacionais e monitoramento de *Monellia caryella* e Coccinellidae, em plantios de noqueira-pecã;
- A fauna de artrópodos presente em copas de plantas de noqueira-pecã apresenta-se diversa, com presença de espécies predadoras, parasitoides e pragas em potencial para a cultura. *Monellia caryella* é uma das espécies que possui dominância entre os artrópodos de copa de noqueira-pecã, não sofrendo influência dos diferentes preparos do solo e coveamentos propostos;
- A sazonalidade influencia na abundância e riqueza dos artrópodos epigéicos, e na riqueza de espécies coletadas nas copas de plantas de noqueira-pecã;
- É registrada pela primeira vez espécies-praga de insetos broqueadores de madeira e sugadores de frutos para a cultura de *Carya illinoensis* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

8 RECOMENDAÇÕES

- Utilizar preparos de solo e coveamentos para implementação do pomar de noqueira-pecã, que mantenham a diversidade da fauna edáfica visando o cultivo sustentável;
- Utilizar, preferencialmente, formas de controle biológico nos pomares de noqueira-pecã, a fim de causar menor impacto negativo sobre a entomofauna associada, promovendo o Manejo Integrado de Pragas através da manutenção de inimigos naturais de espécies nocivas às plantas;
- Monitorar a espécie *Monellia caryella* em plantios de noqueira-pecã, a fim de verificar a dinâmica populacional do inseto, e estudar métodos de controle eficientes para a praga;
- Estar atento as espécies-praga em potencial citadas no presente estudo, acompanhando sua densidade populacional nos plantios e verificando a existência de possíveis danos;
- Ampliar os estudos com as espécies-praga relatadas pela primeira vez atacando o lenho e frutos de plantas de noqueira-pecã no estado do Rio Grande do Sul, vislumbrando, principalmente, sua etologia, monitoramento e formas de controle eficazes;
- Realizar os tratos culturais indicados pelos profissionais da área e pelas bibliografias disponíveis, visando manter o pomar de noqueira-pecã saudável, tornando-o assim menos susceptível a ataques de insetos-praga.

APÊNDICE A – ESPÉCIES-PRAGA DA NOGUEIRA-PECÃ PARA OS ESTADOS UNIDOS, BRASIL E RIO GRANDE DO SUL.

(continua)

Ordens de Acari	Famílias	Espécies	Ocorrência			Estruturas atacadas
			EUA	BR	RS	
Trombidiformes	Eriophyidae	<i>Aceria caryae</i> Keifer, 1939	x	-	-	folhas
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes, 1939)	x	-	-	folhas
	Tetranychidae	<i>Eotetranychus hicoriae</i> (McGregor, 1950)	x	-	-	folhas
		<i>Oligonychus viridis</i> (Banks, 1894)	x	-	-	folhas
Ordens de Insecta						
Coleoptera	Bostrichidae	<i>Xylobiops basilaris</i> (Say, 1823)	x	-	-	troncos, galhos e ramos
	Buprestidae	<i>Agrilus arcuatus</i> (Say, 1825)	x	-	-	galhos, ramos e partes apicais
		<i>Chrysobothris femorata</i> (Olivier, 1790)	x	-	-	casca e região do câmbio
	Cerambycidae	<i>Acanthoderes jaspidea</i> (Germar, 1824)	-	x	-	ramos
		<i>Anelaphus parallelus</i> (Newman, 1840)	x	-	-	galhos e ramos
		<i>Anelaphus villosus</i> (Fabricius, 1793)	x	-	-	galhos e ramos
		<i>Goes pulcher</i> (Haldeman, 1847)	x	-	-	troncos
		<i>Knulliana cincta</i> (Drury, 1773)	x	-	-	madeira
		<i>Oncideres cingulata</i> (Say, 1826)	x	-	-	galhos
		<i>Oncideres dejeani</i> (Thomson., 1868)	-	-	x	galhos
		<i>Prionus imbricornis</i> (Linnaeus, 1767)	x	-	-	raízes
		<i>Prionus laticollis</i> (Drury, 1773)	x	-	-	raízes
		<i>Psyrassa unicolor</i> (Randall, 1838)	x	-	-	ramos

APÊNDICE A – ESPÉCIES-PRAGA DA NOGUEIRA-PECÃ PARA OS ESTADOS UNIDOS, BRASIL E RIO GRANDE DO SUL.

(continuação)

Ordens de Insecta	Famílias	Espécies	Ocorrência			Estruturas atacadas
			EUA	BR	RS	
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	-	-	x	folhas
	Curculionidae	<i>Conotrachelus anaglypticus</i> (Say, 1831)	x	-	-	frutos
		<i>Conotrachelus aratus</i> (Germar, 1824)	x	-	-	ramos e brotos novos e pecíolos das folhas
		<i>Conotrachelus hicoriae</i> Schoof, 1942	x	-	-	frutos
		<i>Conotrachelus pecanae</i> Buchanan, 1947	x	-	-	ramos e brotos novos e pecíolos das folhas
		<i>Curculio caryae</i> Horn, 1873	x	-	-	frutos
		<i>Naupactus cervinus</i> (Boh., 1840)	-	x	-	raízes e folhas
		<i>Naupactus</i> sp.	-	-	x	raízes e folhas
		<i>Platypus compositus</i> Say, 1824	x	-	-	madeira
		<i>Scolytus quadrispinosus</i> Say, 1824	x	-	-	troncos, galhos e gemas terminais
		<i>Xyleborus</i> spp.	x	-	-	madeira
	<i>Xylosandrus crassiusculus</i> (Motschulsky, 1866)	x	-	-	troncos e galhos	
	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i> spp.	x	-	-	folhas
	Diptera	Pantophthalmidae	<i>Rhaphiorhynchus pictus</i> (Wied., 1821)	-	x	x
Hemiptera (Auchenorrhyncha)	Cicadidae	<i>Magicicada septendecim</i> (Linnaeus, 1758)	x	-	-	ramos
	Clasopteridae	<i>Clasoptera achatina</i> Germar, 1839	x	-	-	pecíolo das folhas e hastes que sustentam os frutos
		<i>Clasoptera obtusa</i> (Say, 1825)	x	-	-	pecíolo das folhas e hastes que sustentam os frutos
	Diaspididae	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (Targ.-Tozz, 1855)	-	x	x	troncos e ramos
Margarodidae	<i>Eurhizococcus brasiliensis</i> (Hempel, 1922)	-	x	x	raízes	

APÊNDICE A – ESPÉCIES-PRAGA DA NOGUEIRA-PECÃ PARA OS ESTADOS UNIDOS, BRASIL E RIO GRANDE DO SUL.

(continuação)

Ordens de Insecta	Famílias	Espécies	Ocorrência			Estruturas atacadas
			EUA	BR	RS	
Hemiptera (Heteroptera)	Coreidae	<i>Acanthocephala femorata</i> (Fabricius, 1775)	x	-	-	frutos
		<i>Leptoglossus oppositus</i> (Say, 1832)	x	-	-	frutos
		<i>Leptoglossus phyllopus</i> (Linnaeus, 1767)	x	-	-	frutos
	Miridae	<i>Lygocoris caryae</i> (Knight, 1917)	x	-	-	brotos terminais e frutos
		<i>Orthotylus ramus</i> Knight, 1927	x	-	-	caules em crescimento
		<i>Plagiognathus caryae</i> Knight, 1923	x	-	-	brotos terminais e frutos
	Pentatomidae	<i>Acrosternum hilare</i> (Say, 1832)	x	-	-	frutos
		<i>Chlorochroa ligata</i> (Say, 1832)	x	-	-	frutos
		<i>Euschistus servus</i> (Say, 1832)	x	-	-	frutos
		<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	x	-	-	frutos
Hemiptera (Sternorrhyncha)	Aphididae	<i>Longistigma caryae</i> (Harris, 1841)	x	-	-	folhas
		<i>Melanocallis caryaefoliae</i> (Davis, 1910)	x	-	-	folhas
		<i>Monellia caryella</i> (Fitch, 1855)	x	-	x	folhas
		<i>Monelliopsis pecanis</i> Bissell, 1983	x	-	-	folhas
	Diaspididae	<i>Melanaspis obscura</i> (Comstock, 1881)	x	-	-	troncos e ramos
	Phylloxeridae	<i>Phylloxera devastatrix</i> Pergande, 1904	x	-	x	caule, ramos, pecíolos, folhas e nos frutos
		<i>Phylloxera notabilis</i> Pergande, 1903	x	-	x	folhas
		<i>Phylloxera russellae</i> Stoetzel, 1981	x	-	-	folhas
<i>Phylloxera texana</i> Stoetzel, 1981		x	-	-	folhas	
Hymenoptera	Formicidae	<i>Acromyrmex</i> spp.	-	-	x	folhas
		<i>Atta</i> spp.	-	-	x	folhas

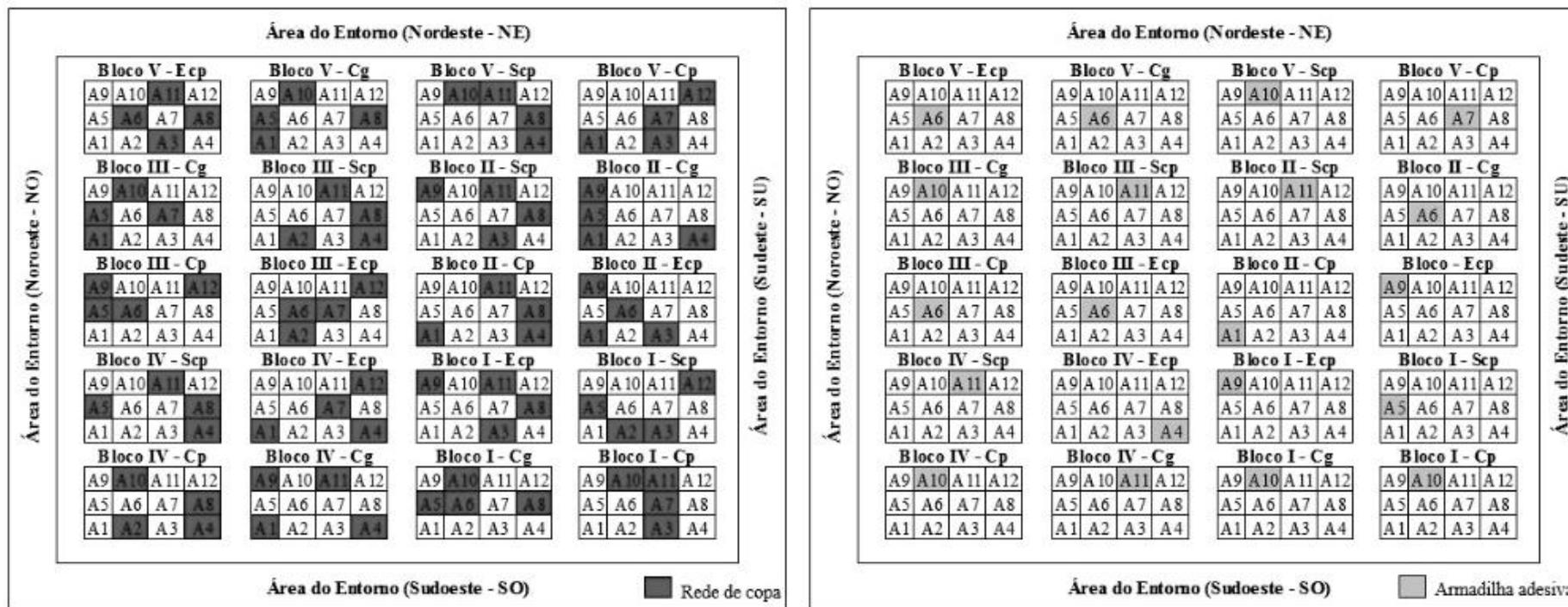
APÊNDICE A – ESPÉCIES-PRAGA DA NOGUEIRA-PECÃ PARA OS ESTADOS UNIDOS, BRASIL E RIO GRANDE DO SUL.

(conclusão)

Ordens de Insecta	Famílias	Espécies	Ocorrência			Estruturas atacadas
			EUA	BR	RS	
Hymenoptera	Tenthredinidae	<i>Periclista marginicollis</i> (Norton, 1861)	x	-	-	folhas
	Xyelidae	<i>Megaxyela major</i> (Cresson, 1880)	x	-	-	folhas
Isoptera	Rhinotermitidae	<i>Reticulitermes flavipes</i> (Kollar, 1837)	x	-	-	raízes
Lepidoptera	Arciidae	<i>Hyphantria cunea</i> Drury, 1773	x	-	-	folhas
	Coleophoridae	<i>Coleophora laticornella</i> (Clemens, 1860)	x	-	-	brotos e folhas
	Cossidae	<i>Cossula magnifica</i> (Strecker, 1876)	x	-	-	troncos
	Erebidae	<i>Catocala maestosa</i> Hulst, 1884 e <i>Catocala</i> spp.	x	-	-	folhas
	Gracillariidae	<i>Cameraria caryaefoliella</i> (Clemens, 1869)	x	-	-	folhas
		<i>Phyllonorycter caryaebella</i> (Chambers, 1871)	x	-	-	folhas
	Nepticulidae	<i>Stigmella juglandifoliella</i> (Clemens, 1861)	x	-	-	folhas
	Notodontidae	<i>Datana integerrima</i> Grote & Robinson, 1866	x	-	-	folhas
		<i>Schizura unicornis</i> (Smith, 1797)	x	-	-	folhas
	Pyrilidae	<i>Acrobasis caryivorella</i> Ragonot, 1887	x	-	-	frutos
		<i>Acrobasis juglandis</i> LeBaron, 1872	x	-	-	brotos e folhas novas
		<i>Acrobasis nuxvorella</i> Neunzig, 1970	x	-	-	frutos
		<i>Euzophera semifuneralis</i> (Walker, 1863)	x	-	-	região do câmbio
	Saturniidae	<i>Citheronia regalis</i> (Fabricius, 1793)	x	-	-	folhas
	Sesiidae	<i>Synanthedon scitula</i> (Harris, 1839)	x	-	-	floema e no câmbio
	Stenomatidae	<i>Timocratica palpalis</i> (Zeller, 1877)	-	x	x	troncos e ramos
Tortricidae	<i>Cydia caryana</i> (Fitch, 1856)	x	-	-	frutos	
	<i>Gretchena bolliana</i> (Slingerland, 1896)	x	-	-	brotos terminais e folhas	

Fonte: Adaptação da Tabela 1.1, referente a revisão realizada e organizada pelo autor (2016).

APÊNDICE B – CROQUI DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DO PLANTIO DE NOGUEIRA-PECÃ SOB DIFERENTES PREPAROS DO SOLO E COVEAMENTOS, SANTA MARIA, RS.



Tratamentos: Cp = plantio em cova pequena (20 cm x 60 cm); Scp = utilização de subsolador mais grade niveladora e cova pequena; Ecp = utilização de enxada rotativa e cova pequena; e, Cg = plantio em cova grande (40 cm x 60 cm). Área do entorno: áreas adjacentes ao plantio de noqueira-pecã (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).
 Fonte: Autor (2016).

APÊNDICE C – LISTA DE TAXONOMISTAS CONSULTADOS.

Taxonomista	Instituição	Taxa
Dr. Adriano Cavalleri	Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	Thysanoptera
Dra. Aline Barcellos Prates dos Santos	Museu de Ciências Naturais Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB/RS)	Heteroptera
Dra. Ana Paula Ott	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Acari
Dr. Antonio Domingos Brescovit	Instituto Butantan	Araneae
Dr. Antonio Jose Creao-Duarte	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	Membracidae
Me. Caleb Califre Martins	Universidade de São Paulo (USP)	Chrysopidae
Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)	Scolytinae
Dra. Dalva Luiz de Queiroz	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Florestas)	Psyllidae
Dr. Daniel Hieronymus Burckhardt	Naturhistorisches Museum Basel	Psyllidae
M ^a . Franciele Coghetto	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Collembola
Dr. Jacques Hubert Charles Delabie	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC)	Formicidae
Dra. Jocelia Grazia	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Pentatomidae
Dr. José Antônio Marin Fernandes	Universidade Federal do Pará (UFPA)	Coreidae
M ^a . Karine Schoeninger	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)	Hymenoptera "Parasitica"
Dra. Lúcia Massutti de Almeida	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Coccinellidae
Dr. Pedro Giovâni da Silva	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Coleoptera
Dra. Regina Célia Zonta de Carvalho	Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR)	Aphididae
Me. Renato Jose Pires Machado	Texas Agricultural & Mechanics University	Mantispidae
Bela. Rita d'Oliveira Lapischies	Museu de Ciências Naturais Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB/RS)	Reduviidae
M ^a . Silvana Lampert	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Diptera
Dr. Vilmar Machado	Universidad de Murcia	Auxílio em <i>Chauliognathus</i>
Dr. Wilson Sampaio de Azevedo Filho	Universidade de Caxias do Sul (UCS)	Cicadellidae

ANEXO A – ÁREA DE COLHEITA E COLHIDA DE NOZ (FRUTO SECO) NO BRASIL EM 2014.

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Área destinada à colheita (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (ton.)
Sudeste	976	976	1.554
São Paulo	976	976	1.554
Sul	2.223	2.223	3.669
Paraná	507	507	1.075
Santa Catarina	12	12	33
Rio Grande do Sul	1.704	1.704	2.561
Brasil	3.199	3.199	5.223

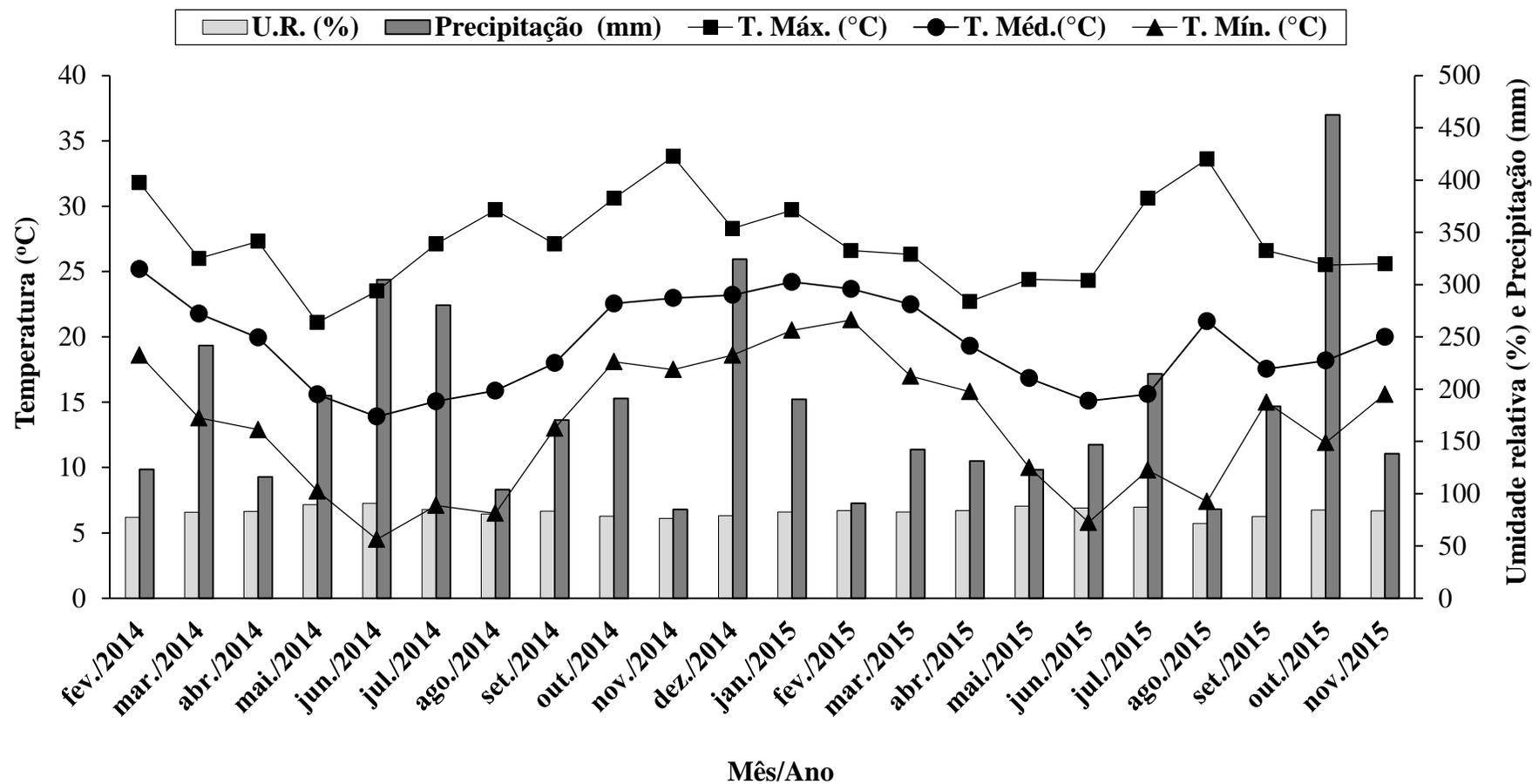
Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2014. (Adaptado pelo autor, 2016).

ANEXO B – IMAGEM AÉREA DO PLANTIO DE NOGUEIRA-PECÃ COM DOIS ANOS DE IDADE, EM SANTA MARIA, RS.



Fonte: Google Earth, de 04 de abril de 2014 (Imagem adaptada pelo autor, 2016).

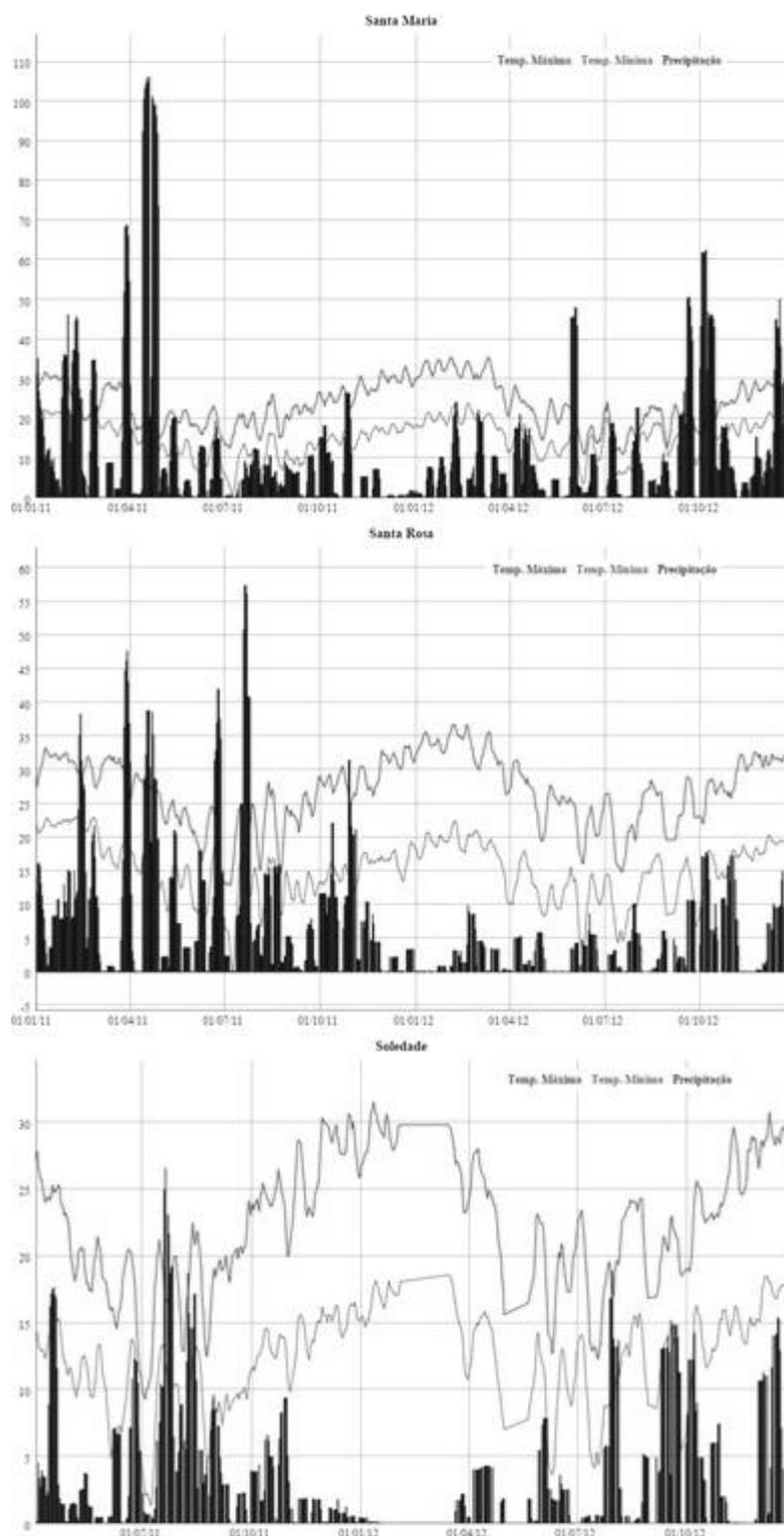
ANEXO C – DADOS METEOROLÓGICOS MENSAIS, NO PERÍODO DE 2014 A 2015, PARA SANTA MARIA, RS.



Variáveis meteorológicas: temperatura média do ar (T.Méd.), temperatura máxima do ar (T.Máx.) e temperatura mínima do ar (T.Mín.), expressas em graus Celsius (°C), precipitação pluviométrica acumulada (PP), em milímetros (mm); e umidade relativa do ar (UR), em porcentagem (%).

Fonte: Estação Meteorológica Automática de Santa Maria, Santa Maria, RS, no período de 01 de fevereiro de 2014 a 16 de novembro de 2015, dados trabalhados pelo Autor (2016).

ANEXO D – DADOS METEOROLÓGICOS DAS MICRORREGIÕES DE SANTA MARIA, SANTA ROSA E SOLEDADE, RS. NO PERÍODO DE 2011 A 2012.



Fonte: AgriTempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (2015). Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Grafico/index.jsp?siglaUF=RS>>. Acesso em: 10 mar. 2015.