

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 01/08/2017.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO MILHO *Bt* SOBRE ARTRÓPODES NÃO ALVO
EM SAFRAS CONSECUTIVAS E EM DIFERENTES
REGIÕES PRODUTORAS**

Tarciso Morescalchi Bortolin
Biólogo

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO MILHO Bt SOBRE ARTRÓPODES NÃO ALVO
EM SAFRAS CONSECUTIVAS E EM DIFERENTES
REGIÕES PRODUTORAS**

Tarciso Morescalchi Bortolin

Orientador: Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho

Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título
de Mestre em Agronomia
(Entomologia Agrícola)

2016

B739e Bortolin, Tarciso Morescalchi
Efeito do milho Bt sobre artrópodes não alvo em safras consecutivas e em diferentes regiões produtoras / Tarciso Morescalchi Bortolin. -- Jaboticabal, 2016
xv, 131 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientadora: Raphael de Campos Castilho
Banca examinadora: Odair Aparecido Fernandes, Wesley Augusto Conde Godoy
Bibliografia

1. Cry1Ab. 2. Curva de resposta principal. 3. diversidade de Shannon. 4. Guilda. 5. MON810. 6. Pitfall. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.7:632.951

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DO MILHO *Bt* SOBRE ARTRÓPODES NÃO ALVO EM SAFRAS CONSUCUTIVAS E EM DIFERENTES REGIÕES PRODUTORAS

AUTOR: TARCISO MORESCALCHI BORTOLIN

ORIENTADOR: RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. ODAIR APARÍCIO FERNANDES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. WESLEY AUGUSTO CONDE GODOY
Departamento de Entomologia e Acarologia / USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba/SP

Jaboticabal, 01 de agosto de 2016

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Tarciso Morescalchi Bortolin, Riberão Preto, 02/05/1986 - Formado pelo Centro Universitário de Araraquara – Uniara em Ciências Biológicas (2005-2009). Na graduação, entre 2005-2007, estagiou no Departamento de Biologia Aplicado à Agropecuária – FCAV Jaboticabal auxiliando trabalho de doutorando nas áreas de morfologia e plantas daninhas. Em 2007-2009 estagiou na empresa Gravena – Pesquisa, Consultoria e Treinamento Agrícola LTDA nas áreas de biologia de insetos e identificação de artrópodes onde concluiu a graduação sob trabalho de conclusão de curso "Efeito do Manejo de Plantas daninhas na artropodofauna do café (*Coffea arabica* L.) (Rubiaceae)". Hoje na atual SGS Gravena Pesquisa, Consultoria e Treinamento Agrícola LTDA trabalha como supervisor de laboratórios com maior exercício na área de biotecnologia, envolvendo estudos de impacto ambiental sobre artrópodes não alvo em culturas geneticamente modificadas como algodão, milho, soja, cana-de-açúcar e eucalipto.

"Todos os seres são sensíveis a música emitida pela humanidade. Até mesmo os animais sofrem sua influência. Conhece-se a lenda de Orfeu, que com sua lira atraía e agrupava a seu redor as feras da floresta. Os próprios insetos sentem as vibrações da música dos homens da terra, que produzem e colhem. Quando me sento para escrever, joaninhas voam a meu redor de maneira particular"

Adaptado de León Denis – O espiritismo na arte

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus grandes amigos, e orientadores do desenvolvimento profissional, célebres Prof. Dr. Santin Gravena e Dr. Renan Gravena pelo incentivo e parceria nestes anos.

Ao grande contagiante e amigo Prof. Dr. Antonio Sergio Ferraudo por me fazer conhecer uma das técnicas promissoras e adivindas do homem do futuro que é a multilinearidades das coisas. Um passo na dimensão do divino.

Dedico as minhas falecidas avós Ivone Camargo Bortolin e Maria de Loudes Carvalho Calarota (Marilú) que me presentearam respectivamente com as histórias do sítio dos Mabardes e ao famoso cachemir nutrindo minhas raízes familiares.

À dupla sertaneja GIGE E GENO, respectivamente Theodosio Morescalchi Netto e Eugênio Bortolin. Homens de bravura, da primeira geração do suor e labuta

Aos tios e tias, primos e primas, em especial a tia Diva Bortolin.

Aos meus pais pela oportunidade da reencarnação e assistência continuada e ao meu irmão pelo projeto família que viemos desempenhar.

AGRADECIMENTOS

Especial agradecimento ao orientador Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho pela amizade construída, confiança depositada e realizações conquistadas. Que muitas outras virão!

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV UNESP Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) e seus professores, pela integração e formação.

A Monsanto do Brasil por permitir essa parceria e realização na exploração dos dados. Em especial aos Augusto Crivelari, Renato Carvalho, Patrick Dourado e Luis Favoretto.

Agradeço a casa e aos amigos da Unenlar, bem como a doutrina espírita pelo acolhimento, entendimento, e oportunidade de desenvolvimento moral.

Aos queridos colegas e amigos da Gravena e SGS Gravena que me permitiram o convívio e me ensinou verdadeiros valores nos ajustes de nossas imperfeições. As festas juninas, aniversários e amigos secretos que fotografaram sorrisos e olhares

Em especial ao meu gestor Marcos de Ferran por permitir e confiar nessa prosposta de realização pessoal. Espero poder retribuir.

Aos queridos colegas e amigos que me felicitaram no decorrer da vida: Caroline Pereira Dezembro (Line), Thais Cristina Vendramim (Senhora), Luis Carlos de Souza Amorim (Moringa), Roberto Marques Goulart (RobberFly), Bruna Pires (Natureza), Débora Branquinho Garcia (LittleWhite), Mayara Santiago (Goianas), Gracieli De Lucca (Senhorita Del Lucca), Marina Gomes da Silva (Dona Nemato)

A Juliana Cristina Savan e Natália Regina Fernandes Batista por serem o alicerce de meu crescimento. Sou muito grato a ambas!

Aos laboratoristas. Ainda não tive filhos de carne, mas já fui agraciado com os filhos adotivos da alma me foram confiados com muito respeito, contribuindo para meu aperfeiçoamento na tríplice: ouvir, refletir e agir.

Aos parceiros e amigos de trabalho que concederam a permissão em atuar nos estudos de risco de impacto sobre artrópodes não alvo: Antônio César dos Santos, Fábio Conti, Miguel Soria, Othon Abrahao, Rúbia Araujo, Veríssimo Mendes de Sá

SUMÁRIO

RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS PARA CONTROLE DE INSETOS.....	18
2.2. TECNOLOGIA MILHO MON810.....	20
2.3. ANÁLISE DE IMPACTO DE RISCO AMBIENTAL: ARTRÓPODES NÃO ALVO.....	21
2.4. ANÁLISE DA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES NÃO ALVO.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1. ÁREAS DE ESTUDO.....	32
3.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	32
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	39
3.4. MANEJO DOS CULTIVOS.....	39
3.4.1. SAFRA 2008/2009.....	39
3.4.2. SAFRA 2009/2010.....	47
3.4.3. SAFRA 2010/2011.....	55
3.4.4. SAFRA 2011/2012.....	63
3.5. AMOSTRAGEM E IDENTIFICAÇÃO.....	71
3.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	72
3.6.1. TÁXONS E GUILDAS.....	72
3.6.2. PARÂMETROS ECOLÓGICOS.....	73
3.6.3. COMPOSIÇÃO DOS TÁXONS ENTRE OS CULTIVOS DE MILHO MON810 E CONVENCIONAL E EM CADA LOCALIDADE DO ESTUDO.....	74
3.6.4. ANÁLISE TEMPORAL (CURVA DE RESPOSTA PRINCIPAL) SOBRE A COMUNIDADE DE ARTRÓPODES NÃO.....	75

4. RESULTADOS.....	76
4.1. TÁXONS E GUILDAS.....	76
4.2. PARÂMETROS ECOLÓGICOS: RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE.....	88
4.3. ARTRÓPODES NÃO ALVO E AS REGIÕES PRODUTORAS.....	91
4.4. ANÁLISE TEMPORAL (CURVA DE RESPOSTA PRINCIPAL) SOBRE A COMUNIDADE DE ARTRÓPODES NÃO ALVO.....	94
5. CONCLUSÕES.....	98
6. REFERÊNCIAS.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tecnologias de milho <i>Bt</i> registradas e suas respectivas proteínas e as pragas a que conferem resistência (Fonte: ISAAA, 2016).	19
Tabela 2. Dados referentes à localização geográfica das áreas e altitudes das cidades referêcia	30
Tabela 3 Histórico de temperaturas máximas, mínimas e médias, insolação e precipitação anual para as cidades-referência das regiões de estudo	32
Tabela 4. Aplicação de herbicidas e outros produtos em pré-plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2008/2009	40
Tabela 5. Tratamento com fungicidas e inseticidas e adição de nutrientes nas sementes de milho utilizadas para o plantio nas áreas de estudo. Safra 2008/2009	41
Tabela 6. Adubações para plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2008/2009	41
Tabela 7. Espaçamentos, densidades de semeadura e híbridos de milho MON810 e convencionais utilizados nas áreas de estudo. Safra 2008/2009	42
Tabela 8. Características agronômicas dos híbridos de milho MON810 e convencionais semeados nas áreas de estudo. Safra 2008/2009	43
Tabela 9. Herbicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2008/2009.....	44
Tabela 10. Inseticidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2008/2009	45
Tabela 11. Fungicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2008/2009.....	46
Tabela 12. Aplicações de nutrientes nas áreas de estudo. Safra 2008/2009.....	47
Tabela 13. Aplicação de herbicidas e outros produtos em pré-plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2009/2010	48
Tabela 14. Tratamento com fungicidas e inseticidas e adição de nutrientes nas sementes de milho utilizadas para o plantio nas áreas de estudo. Safra 2009/2010	49
Tabela 15. Adubações no plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2009/2010.....	49
Tabela 16. Espaçamentos, densidades de semeadura e híbridos de milho MON810 e convencionais utilizados nas áreas de estudo. Safra 2009/2010	50
Tabela 17. Características agronômicas dos híbridos de milho MON810 e convencionais semeados nas áreas de estudo. Safra 2009/2010	51
Tabela 18. Herbicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2009/2010	52
Tabela 19. Inseticidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2009/2010	53
Tabela 20. Fungicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2009/2010.....	54
Tabela 21. Aplicações de nutrientes nas áreas de estudo. Safra 2009/2010.....	55
Tabela 22. Aplicação de herbicidas e outros produtos em pré-plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	56
Tabela 23. Tratamento com fungicidas e inseticidas e adição de nutrientes nas sementes de milho utilizadas para o plantio nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	57
Tabela 24. Adubações realizadas para o plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	58
Tabela 25. Espaçamentos, densidades de semeadura e híbridos de milho MON810 e convencionais utilizados nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	59

Tabela 26. Características agronômicas dos híbridos de milho MON810 e convencionais semeados nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	59
Tabela 27. Herbicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	60
Tabela 28. Inseticidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	61
Tabela 29. Fungicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	62
Tabela 30. Aplicações de nutrientes nas áreas de estudo. Safra 2010/2011	63
Tabela 31. Aplicação de herbicidas e outros produtos em pré-plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2011/2012	64
Tabela 32. Tratamento com fungicidas e inseticidas e adição de nutrientes nas sementes de milho utilizadas para o plantio nas áreas de estudo. Safra 2011/2012	65
Tabela 33. Adubações no plantio do milho nas áreas de estudo. Safra 2011/2012.....	66
Tabela 34. Espaçamentos, densidades de semeadura e híbridos de milho MON810 e convencionais utilizados nas áreas de estudo. Safra 2011/2012	67
Tabela 35. Características agronômicas dos híbridos de milho MON810 e convencionais semeados nas áreas de estudo. Safra 2011/2012	67
Tabela 36. Herbicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2011/2012	68
Tabela 37. Inseticidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2011/2012	69
Tabela 38. Fungicidas aplicados nas áreas de estudo. Safra 2011/2012.....	70
Tabela 39. Aplicações de nutrientes nas áreas de estudo. Safra 2011/2012.....	71
Tabela 40. Médias \pm SE da comunidade de artrópodes no milho MON810 (<i>Bt</i>) e convencional (Non <i>Bt</i>) – 2010-2012	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização dos municípios nos quais foi implantado o estudo.....	31
Figura 2. Representação esquemática das parcelas da área de Araguari. <i>Bt</i> – milho MON810; CV – milho convencional.....	33
Figura 3. Vista geral da área de cultivo de milho e do entorno em Araguari	33
Figura 4. Representação esquemática das parcelas da área de Campo Verde. <i>Bt</i> – milho MON810; CV – milho convencional	34
Figura 5. Vista geral da área de cultivo de milho e do entorno em Campo Verde.....	34
Figura 6. Representação esquemática das parcelas da área de Dourados. <i>Bt</i> – milho MON810; CV – milho convencional.....	35
Figura 7. Vista geral das áreas de cultivo de milho e do entorno em Dourados.....	35
Figura 8. Representação esquemática das parcelas da área de Luis Eduardo Magalhães. <i>Bt</i> – milho MON810; CV – milho convencional.	36
Figura 9. Vista geral das áreas de cultivo de milho e do entorno em Luis Eduardo Magalhães.....	36
Figura 10. Representação esquemática das parcelas da área de Passo Fundo; <i>Bt</i> – milho MON810; CV – milho convencional.	37
Figura 11. Vista geral das áreas de cultivo de milho e do entorno em Passo Fundo	37
Figura 12. Representação esquemática das parcelas da área de Rolândia; <i>Bt</i> – milho MON810; CV – milho convencional.....	38
Figura 13. Vista geral das áreas de cultivo de milho e do entorno em Rolândia.	38
Figura 14. Frequência dos grupos representativos e/ou importantes ecologicamente entre os milhos MON810 (<i>Bt</i>) e convencional (não <i>Bt</i>) durante as três safras consecutivas (2010-2012), em Araguari-MG, Campo Verde-MT, Dourados-MS, Luis Eduardo Magalhães-BA, Passo Fundo-RS e Rolândia-PR.....	77
Figura 15. Número médio (\pm SE) dos 33 táxons selecionados entre os milhos MON810 (<i>Bt</i>) e convencional (Non <i>Bt</i>) na área de Passo Fundo-RS, considerando todo período de avaliação. Diferenças significativas foram marcadas com * segundo Anova $p < 0.05$ (*).	78
Figura 16. Número médio (\pm SE) dos 33 táxons selecionados entre os milhos MON810 (<i>Bt</i>) e convencional (Non <i>Bt</i>) na área de Dourados-MS, considerando todo período de avaliação. Diferenças significativas foram marcadas com * segundo Anova $p < 0.05$ (*).	80
Figura 17. Número médio (\pm SE) dos 33 táxons selecionados entre os milhos MON810 (<i>Bt</i>) e convencional (Non <i>Bt</i>) na área de Araguari-MG, considerando todo período de avaliação. Diferenças significativas foram marcadas com * segundo Anova $p < 0.05$ (*).	81
Figura 18. Número médio (\pm SE) dos 33 táxons selecionados entre os milhos MON810 (<i>Bt</i>) e convencional (Non <i>Bt</i>) na área de Luis Eduardo Magalhães-BA, considerando todo período de avaliação. Diferenças significativas foram marcadas com * segundo Anova $p < 0.05$ (*).	82

- Figura 19. Número médio (\pm SE) dos 33 táxons selecionados entre os milhos MON810 (*Bt*) e convencional (*Non Bt*) na área de Rolândia-PR, considerando todo período de avaliação. Diferenças significativas foram marcadas com * segundo Anova $p < 0.05$ (*). 83
- Figura 20. Número médio (\pm SE) dos 33 táxons selecionados entre os milhos MON810 (*Bt*) e convencional (*Non Bt*) na área de Campo Verde-MT, considerando todo período de avaliação. Diferenças significativas foram marcadas com * segundo Anova $p < 0.05$ (*). 84
- Figura 21. Guildas tróficas entre os milhos MON810 (*Bt*) e convencional (*Non Bt*) no total das três safras em todas localidades: Herbivore (herbívoros), Parasitoid (parasitoides), Detritivore (detritívoros), Onivore (onívoros), Polininator (polinizadores) e Predador (predadores). Médias \pm SE (n=3) Diferenças significativas de acordo one-way ANOVA: *: $0.01 < p < 0.05$; **: $0.001 < p < 0.01$; ***: $p < 0.001$ 86
- Figura 22. Comparação das médias \pm SE (n=3) dos valores dos parâmetros ecológicos: Riqueza, Abundância, Diversidade de Shaannon e Simpsons. Milho MON810 (*Bt*) e convencional (*Non Bt*). Dias após plantio (DAP) entre os anos agrícolas (2010-2012). A=Passo Fundo; B=Rolândia; C=Araguari; D=Dourados; E=Campo Verde; F=Luis Eduardo Magalhães. Abundância total. Diferença significativa de acordo com "Oneway Anova" *: $0.01 < p < 0.05$; **: $0.001 < p < 0.01$; ***: $p < 0.001$CONTINUA 90
- Figura 23. Dendograma exibindo a análise de agrupamento (método de Ward e distância euclidiana) das amostras de todas os métodos de coleta entre os milhos MON810 (*Bt*) e convencional (*Non Bt*) e localidades do estudo 93
- Figura 24. Análise de Componentes Principais (PCA) usando matriz de correlação. O primeiro eixo, CP1, explica 27,00% da variância total e o segundo eixo CP2, 15,43%. Formação de grupos em função dos artrópodes não alvo, milhos MON810 (*Bt*) e convencional (*Non Bt*) e regiões produtoras (PFU, ROL, ARA, DOU, CVE, LEM). Grupo 1 (G1) - Car (Carabidae), Sca (Scarabaeidae), Ara (Araneae), Ast (*A. variegatus*), Tac (Tachinidae), Ich (Ichneumonidea); Grupo 2 - (G2) Sci (Sciaridae), Coc (Coccinellidae), Cic (Cicadellidae), Api (Apidae), Dor (*D. luteipes*); Grupo 3 (G3) - Mes (Mesostigmata), Dro (Drosophilidae), Sol (*Solenopsis* spp.), Hem (*Hemerobius* sp.), Phe (*Pheidole* spp.), Eux (*Euxesta* spp.); Grupo 4 (G4) - Cor (Coreidae), Aph (Aphididae), Doy (*Dorymyrmex* sp.), Col (Collembola), Dip (Diplopoda), Syr (Syrphidae); Grupo 5 (G5) - Nit (Nitidulidae), Sta (Staphylinidae), Pom (Pompilidae), Col (Collembola). 93
- Figura 25. Curva de resposta principal (PRC) resultante da análise da abundância dos artrópodes não alvo durante o período de estudo, em Araguari-MG, Campo Verde-MT, Dourados-MS, Luis Eduardo Magalhães-BA, Passo Fundo-RS e Rolândia-PR. O eixo vertical representa a diferença na estrutura da comunidade entre milho MON810 - Bt (tracejado) e convencional - non-Bt (linha contínua), sendo expressas como coeficiente de regressão (Cdt) do modelo da PRC. O peso dos grupos (bk) podem ser interpretados como a afinidade do táxon com a resposta principal. Grupos entre -3 and 2 são exibidos. Teste Monte Carlo F=3.1; P=0.1 96

EFEITO DO MILHO *Bt* SOBRE ARTRÓPODES NÃO ALVO EM SAFRAS CONSECUTIVAS E EM DIFERENTES REGIÕES PRODUTORAS

RESUMO - Estudos para avaliar o impacto de cultivos *Bt* em artrópodes não alvo, inclusive com a diminuição do uso de inseticidas, são necessários ao longo de safras consecutivas e nas diferentes regiões produtoras do Brasil. Assim, foi feita análise da comunidade e uma análise da curva de resposta principal da abundância dos artrópodes não alvo em diferentes áreas produtoras para comparar o efeito do plantio de milho geneticamente modificado MON810 contendo a proteína Cry1Ab e do milho convencional. Essa comparação foi realizada em seis áreas produtoras de milho no Brasil (Araguari-MG, Campo Verde-MT, Dourados-MS, Luis Eduardo Magalhães-BA, Passo Fundo-RS), em amostragens com armadilha Pitfall (para os artrópodes da camada epigea), bandeja amarela (artrópodes da parte aérea) e com coletas de solo (artrópodes a 15 cm da superfície). As amostragens foram realizadas aos 30, 45 e 60 dias após a emergência em 3 safras consecutivas, 2010-2012. Os experimentos foram desenhados com delineamento em delineamento de blocos inteiramente casualizados, com 3 repetições. Os artrópodes coletados foram agrupados em grupos representativos e/ou importantes ecologicamente, sendo que a análise de distribuição do peso dos grupos mostrou que Araneae, Cicadellidae, Coccinellidae, Collembola, *Doru luteipes*, *Dorymyrmex* sp., Drosophilidae, *Hemerobius* sp., Mesostigamata, Mycetophilidae, *Pheidole* spp., Phoridae, Scarabaeidae, *Solenopsis* spp., Staphylinidae e Syrphidae foram mais abundantes no milho MON810 ao longo do período avaliado, enquanto que Aphididae, Apidae, *Astylus variegatus*, Carabidae, Chloropidae, Chrysomelidae, Coreidae, Diplopoda, Dolichopodidae, *Euxesta* spp., Ichneumonoidea, Nitidulidae, Oribatida, Pompilidae, Sarcophagidae, Sciaridae e Tachinidae foram mais abundantes no milho convencional. No entanto, a análise da principal curva resposta da abundância dos artrópodes não alvo não apresentaram nenhuma diferença significativa entre os milhos MON810 e convencional entre as safras. Deste modo, nas condições avaliadas, de quatro safras agrícolas consecutivas (2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012), em seis regiões produtoras do Brasil, os artrópodes não alvo amostrados nos milhos MON810 e convencional foram muito próximos, sugerindo o não efeito da tecnologia *Bt* nesses artrópodes.

Palavras-chaves: Cry1Ab, Curva de resposta principal, diversidade de Shannon, Guilda, MON810, Pitfall.

Bt MAIZE EFFECTS OVER NON TARGET ARTHROPODS IN CONSECUTIVE SEASONS AND FARM PRODUCTION

ABSTRACT –Studies to assess the impact of Bt crops on non-target arthropods, including decrease in the use of insecticides are necessary over consecutive seasons and in different producing regions of Brazil. Therefore, it was performed a community and principal response curve analysis of the non target arthropods abundance in different producing areas to compare genetically modified MON810 expressing Cry1Ab protein and conventional maize. This comparison were carried out in six maize producing sites in Brazil (Araguari-MG, Campo Verde-MT, Dourados-MS, Luis Eduardo Magalhães-BA, Passo Fundo-RS and Rolândia-PR) including assessments as Pitfall (to the epigeal arthropods), yellow tray (to the flying arthropods) and soil samples (15 cm from surface arthropods). Samples were taken in 30, 45 e 60 days from emergence in the consecutive seasons, from 2010 to 2012. Experiments was design by completely randomized blocks with 3 repetitions. Arthropods collected was grouped in typical groups and/or ecologically important and the group distribution weight exhibits that Araneae, Cicadellidae, Coccinellidae, Collembola, *Doru luteipes*, *Dorymyrmex* sp., Drosophilidae, *Hemerobius* sp., Mesostigmata, Mycetophilidae, *Pheidole* spp., Phoridae, Scarabaeidae, *Solenopsis* spp., Staphylinidae e Syrphidae were more abundant in MON810 maize over assessment while Aphididae, Apidae, *Astylus variegatus*, Carabidae, Chloropidae, Chrysomelidae, Coreidae, Diplopoda, Dolichopodidae, Euxesta spp., Ichneumonoidea, Nitidulidae, Oribatida, Pompilidae, Sarcophagidae, Sciaridae and Tachinidae were more abundant in conventional one. However, principal response curve analysis didn't reveal any significative difference against between MON810 and Convencional maize. Thus, the evaluated conditions, four consecutive growing seasons (2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012) in six producing regions of Brazil, the non-target arthropods sampled in MON810 and conventional maize were very close, suggesting no effect of Bt technology in these arthropods.

Keywords: Cry1Ab, Principal response curve, Shannon diversity, Guild, MON810, Pitfall

1. INTRODUÇÃO

O milho geneticamente modificado (GM), com o gene que expressa a δ -endotoxina Cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*, é mais uma ferramenta nos programas de manejo integrado de pragas, como por exemplo o híbrido de milho MON810. O uso de plantas com essa δ -endotoxina, ou toxina Cry, propõe um mecanismo com alta seletividade de ação nos cultivos de milho, visando o controle inicialmente visado de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae).

A implantação desses cultivos com plantas GM que expressam toxinas para herbívoros-alvo pragas pode ser considerada uma alternativa adequada ao uso dos inseticidas (ROMEIS et al., 2006; MEISSLE et al., 2011). Essas plantas de milho geneticamente modificadas que possuem a toxina Cry1Ab reduzem as perdas ocasionadas pelo ataque dos insetos-alvo e, com isso, diminuem as aplicações de inseticidas (JAMES, 2005). Assim, além de minimizar gastos no controle dos imaturos de lepidópteros-alvo, podem favorecer a comunidade de artrópodes benéficos, pois geralmente os inseticidas utilizados na cultura do milho são de amplo espectro e causam distúrbios nestes organismos.

Porém, para a comercialização e utilização dessa tecnologia são necessários vários estudos para que ocorra sua regulamentação, inclusive estudos sobre o impacto desses cultivos nestes organismos não alvo (CTNBio, 2016). A adoção de práticas envolvendo cultivos GM, como o milho *Bt*, gera uma preocupação sobre a ação destes nos artrópodes não alvo, como por exemplo, em organismos benéficos: polinizadores, decompositores e inimigos naturais das pragas (MEISSLE; LANG, 2005).

Alguns estudos analisaram o efeito do milho *Bt* em artrópodes não alvo utilizando diferentes métodos de amostragem como análise visual, cartela adesiva e armadilha de alçapão (Pitfall) (PILCHER et al., 1997; DE LA POZA et al., 2005; DIVELY, 2005; PONS et al., 2005; EIZAGUIRRE et al., 2006; HIGGINS et al., 2009; VIRLA et al., 2010; LUMBIERRES et al., 2011; COMAS et al., 2014; ROMEIS et al., 2014). Outros estudos abordaram o efeito do milho *Bt* sobre a mesofauna de solo (AL-DEEB et al., 2003a;

GRIFFITHS et al., 2006; ICOZ; STOTZKY, 2006; CORTET et al. 2007; ZWAHLEN et al., 2007;). A maioria dos trabalhos não constatou efeito sobre os artrópodes não alvo em milho *Bt*, incluindo grupos predadores como Staphylinidae, Araneae, Carabidae (LUDY; LANG, 2006; TOSCHKI et al., 2007, BALOG et al., 2010; ALCANTARA, 2012; SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ et al., 2015).

No entanto, nem todos os trabalhos exploram o monitoramento dos artrópodes não alvo com a utilização de diferentes ferramentas em um mesmo trabalho, levando em consideração safras consecutivas e a exposição da toxina *Bt* por um tempo mais prolongado. Além disso, esses estudos sob as condições das várias e diferentes regiões produtoras de milho do Brasil também são escassos.

Assim, o presente estudo comparou a população de artrópodes não alvo de cultivos com tecnologia *Bt* comercializada mundialmente (híbrido de milho MON810) com o de seu correspondente não geneticamente modificado (híbrido de milho não *Bt* com aplicação de inseticidas), por três safras consecutivas, em seis regiões produtoras no Brasil, em amostragens com armadilha Pitfall (para os artrópodes da camada epígea), bandeja amarela (artrópodes da parte aérea) e com coletas de solo (artrópodes a 15 cm da superfície).

com o tempo possa ocorrer um aumento desses artrópodes não alvo nas áreas de cultivo *Bt* com a diminuição sistemática na utilização dos produtos químicos.

5. CONCLUSÃO

Existem diferenças pontuais que são verificadas sem consistência em safras e locais diferentes. No entanto, a população de artrópodes não alvo nos cultivos com tecnologia *Bt* comercializada mundialmente (híbrido de milho MON810) e de seu correspondente não geneticamente modificado (híbrido de milho não *Bt* com aplicação de inseticidas), por três safras consecutivas, nas seis regiões produtoras no Brasil foi muito próxima. Permite sugerir ausência de impacto do milho *Bt* sobre os artrópodes não alvo.

6. REFERÊNCIAS

ABDI, H.; WILLIAMS, L. J. **Principal component analysis**. Houston: WIREs Comp Stat, 2010. v.2, p.433–459.

AHMAD, A.; NEGRI, I.; OLIVEIRA, W.; BROWN, C.; ASOOMWE, P.; SAMMONS, B.; HORAK, M.; JIANG, C.; CARSON, D. Transportable data from non-target arthropod field studies for the environmental risk assessment of genetically modified maize expressing an insecticidal double-stranded RNA. **Transgenic Research**, London, v.25, n.1, p.1-17, 2006.

ALBAJES, R.; FARINÓS, G. P.; PÉREZ-HEDO, M.; DE LA POZA, M.; LUMBIERRES, B.; ORTEGO, F.; PONS, X.; CASTAÑERA, P. Post-market environmental monitoring of *Bt* maize in Spain: non-target effects of varieties derived from the event MON810 on predatory fauna. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v.10, p.977–985, 2012.

ALCANTARA, E. P. Post commercialization monitoring of the long-term impact of *Bt* corn on non-target arthropod communities in commercial farms and adjacent riparian areas in the Philippines. **Environmental Entomology**, College Park, v.41, n.5, p.1268-1276, 2012.

AL-DEEB, M.A.; WILDE, G. E.; BLAIR, J. M.; TODD, T.C. Effect of *Bt* corn for corn rootworm control on nontarget soil microarthropods and nematodes. **Environmental Entomology**, College Park, v.32, p.859–865, 2003a.

AL-DEEB, M.A.; WILDE, G. E. Effect of Bt corn expressing the Cry3Bb1 toxin for corn rootworm control on aboveground nontarget arthropods. **Environmental Entomology**, College Park, v.32, n. 5, p.1164-1170, 2003b.

ALTIERI, M. A. The ecological impacts of transgenic crops on agroecosystem health. **Ecosystem Health**, Malden, v.6, n.1, p.13-23, 2000.

ALVAREZ-ALFAGEME, F.; FERRY, N; CASTAÑERA, P.Ortego, F. and Gatehouse, A.M. Prey mediated effects of Bt maize on fitness and digestive physiology of the red spider mite predator *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). **Transgenic Research**, London, v.17, n. 5, p.943-954, 2008.

ANGELO, E. A.; VILAS-BÔAS, G. T. V.; CASTROGÓMEZ, R. J. H. Bacillus thuringiensis: características gerais e fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n. 4, p.945-958, 2010.

ARIAS-MARTÍN, M.; GARCÍA, M.; LUCIÁÑEZ, M. J.; ORTEGO, F.; CAST C.P.; FARINÓS, G.P. Effects of three-year cultivation of Cry1Ab-expressing Bt maize on soil microarthropod communities. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v.220, p.125-134, 2016.

BAI, Y Y.; YAN, R. H.; YE, G. Y.; HUANG, F.; WANGILA, D. S.; WANG, J. J.; CHENG, J. A. Field response of aboveground non-target arthropod community to transgenic Bt-Cry1Ab rice plant residues in postharvest seasons. **Transgenic Research**, London, v.21, n. 5, p.1023-1032, 2012.

BALOG, A.; KISS, J.; SZEKERES, D.; SZÉNÁSI, Á.; MARKÓ, V. Rove beetle (Coleoptera: Staphylinidae) communities in transgenic Bt (MON810) and near isogenic maize. **Crop Protection**, Amsterdam, v.29, p.567-571, 2010.

BALTAZAR, M.B.; SANCHEZ-GONZALEZ, J.J.; DE LA CRUZ-LARIOS, L.; SCHOPER, J. Pollination between maize and teosinte: an important determinant of gene flow in Mexico. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.110, p.519–526, 2005.

BALTAZAR, B.M.; ESPINOZA, L.C.; ESPINOZA, L.C.; ESPINOZA, A.E.; BANDA, J.M.; DE LA FUENTE MARTÍNEZ, J.A.G.; TIZNADO, J.G.; GARCÍA, F.Z. Pollen-mediated gene flow in maize: implications for isolation requirements and coexistence in Mexico, the center of origin of maize. **PloS One**, San Francisco, v.10, n.7, p.e02549, 2015.

BAUMGARTE, S.; TEBBE, C.C. Field studies on the environmental fate of the Cry1Ab Bt-toxin produced by transgenic maize (MON810) and its effect on bacterial communities in the maize rhizosphere. **Molecular Ecology**, Oxford, v.14, n.8, p.2539-2551, 2005.

BEDANO, J.C.; RUF, A. Soil predatory mite communities (Acari: Gamasina) in agroecosystems of Central Argentina. **Applied Soil Ecology**, New York. v.36, n. 1, p.22-31, 2007.

BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.411–423, 1999.

BEL'SKAYA, E.A.; ZINOV'EV, E.V.; KOZYREV, M.A. Carabids in a spring wheat agroecosystem to the south of Sverdlovsk oblast and the effect of insecticide treatment on their populations. **The Russian Journal of Ecology**, London, v.33, p.38–44, 2002.

BERÉS, P.K. The occurrence and harmfulness, of *Oscinella frit* L.(DIPTERA: CHLOROPIDAE) to maize cultivars cultivated for grain in south eastern Poland. **Acta Scientiarum Polonorum Agricultura**. v.14, n. 3, p.15-24, 2015.

BIRCH, A.N.E.; WHEATLEY, R.; ANYANGO, B.; ARPAIA, S.; CAPALBO, D.; GETU DEGAGA, E.; FONTES, E.; KALAMA, P.; LELMEN, E.; LOVEI, G.; MELO, I.S.;

MUYEKHO, F.; NGI-SONG, A.; OCHIENO, D.; OGWANG, J.; PITELLI, R.; SCHULER, T.; SETAMOU, M.; SITHANANTHAM, S.; SMITH, J.; VAN SON, N.; SONGA, J.; SUJII, E.; TAN, T.Q.; WAN, F.H.; WILBECK, A. Biodiversity and non-target impacts: a case study of Bt maize in Kenya. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A. **Environmental risks assessment of genetically modified organisms: a case study of Bt maize in Kenya**. Wallingford: Cabi Publishing, 2004. v.1, p.117-185.

BITZER, R.J.; RICE, M.E.; PILCHER, C.D.; PILCHER, C.L. Biodiversity and community structure of epedaphic and euedaphic springtails (Collembola) in transgenic rootworm Bt corn. **Environmental Entomology**, College Park, v.34,, n. 5,p.1346-1376, 2005.

BOPPRÉ M.; PITKIN, B. R. Attraction of Chloropidae (Diptera) to pyrrolizidinealkaloids. **Entomologia Generalis**, Sttugardf, v.13, p.81-85, 1988.

BORÉM, A. Variedades transgênicas e meio ambiente. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.3, n.34, p.91-99 2005.

BOURGUET, D.; CHAFAUX, J.; MICOUD, A.; DELOS, M.; NAIBO, B.; BOMBARDE, F.; MARQUE, G.; EYCHENNE, N.; PAGLIARI *Ostrinia nubilalis* parasitism and the field abundance of non-target insects in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn (*Zea mays*). **Environmental Biosafety Research**, Lês Ulis, v.1, p.49–60. 2002.

BRASIL. Resolução Nº 3, 5 de março. **Parecer Técnico da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, favorável à liberação comercial de milho geneticamente modificado, evento MON810**. 2008. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/11445.html>>. Acesso em: 18 ago.2015.

BRAVO, A. Phylogenetic Relationships of *Bacillus thuringiensis* δ -Endotoxin Family Proteins and Their Functional Domains. **Journal of Bacteriology**, 179:9 p. 2793–2801, 1997.

BRAVO, A.; GILL, S.S.; SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**, Amsterdam, v.49, p.423–435, 2007.

BROOKES, G.; BARFOOT, P.G.M. **Crops**: global socio-economic and environmental impacts 1996-2013. PG Economics, 2015. p.1-196.

CANDOLFI, M.P.; BROWN, K.; GRIMM, C.; REBER, B.; SCHMIDLI, H.A. faunistic approach to assess potential side-effects of genetically modified Bt-corn on non-target arthropods under field conditions. **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v.14, n. 2, p.129-170, 2004.

CANNON, R. J. C. Bt transgenic crops: risks and benefits. **Integrated Pest Management Reviews**, Andover, v.5, n.151-173, 2000.

CASTALDINI, M.; TURRINI, A.; SBRANA, C.; BENEDETTI, A.; MARCHIONNI, M.; MOCALI, S.; FABIANI, A.; LANDI, S.; SANTOMASSIMO, F.; PIETRANGELI, B.; NUTI, M. P. Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities and on beneficial mycorrhizal symbiosis in experimental microcosms. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.71, n. 11, p.6719-6729, 2005.

CERA – Center for Environmental Risk Assessment. 2015. Disponível em: <<http://www.cera-gmc.org/GmCropDatabaseEvent/MON810>> Acesso em: 23 mar.2016.

CHEN, M.; YE, G.; LIU, Z.; YAO, H.; CHEN, X.; SHEN, Z. Field assessment of the effects of transgenic rice expressing a fused gene of cry1Ab and cry1Ac from *Bacillus thuringiensis* Berliner on nontarget planthopper and leafhopper populations. **Environmental Entomology**, College Park, v.35, p.127–34, 2006.

CLARK, B.W.; COATS, J. R.; Subacute effects of Cry1Ab Bt corn litter on the earthworm *Eisenia fetida* and the springtail *Folsomia candida*. **Environmental Entomology**, College Park, v.35, n. 4, p.1121-1129, 2006.

COMAS, C.; LUMBIERRES, B.; PONS, X.; ALBAJES, R. No effects of *Bacillus thuringiensis* maize on nontarget organisms in the field in southern Europe; a meta-analysis of 26 arthropod taxa. **Transgenic Research**, London, v.23, p.135–143, 2014.

CORNWELL, W.K.; SCHWILK, D.W.; ACKERLY, D. D. A traitbased test for habitat filtering: convex hull volume. **Ecology**, New York, v.87, p.1465-1471, 2006.

CORTET, J.; GRIFFITHS, B.S.; BOHANEK, M.; DEMSˆAR, D.; ANDERSEN, M.N., CAUL, S.; BIRCH, A.N.E.; PERNIN, C.; TABONE, E.; DE VAUFLEURY, A.; KE, X.; KROGH, P.H. Evaluation of effects of transgenic Bt maize on microarthropods in a European multi-site experiment. **Pedobiologia**, Jena, 51, 207–218, 2007.

CREIGHTON J.T. Report on cotton leaf-worm investigations in Florida, including temperature and hibernation studies. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.29, p.88–94, 1936.

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **resumo geral de plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercializaçaˆo**. Brası́lia: - Ministı́rio da Ciı́ncia, Tecnologia e Inovaçaˆo. 2016; Disponı́vel em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1684467/Tabela+Resumo+de+Plantas+Ap+rovadas+pela+CTNBio/7a98283f-39e7-4548-8960-ad489b29e281?version=1.0>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

DALY, T.; BUNTIN, G. D. Effect of *Bacillus thuringiensis* transgenic corn for lepidopteran control on nontarget arthropods. **Environmental Entomology**, College Park, v.34, n. 5, p.1292-1301, 2005.

DE BELLO, F.; PRICE, J.N.; MÜNKEMÜLLER, T.; LIIRA, J.; ZOBEL, M.; THUILLER, W.; GERHOLD, P.; GÖTZENBERGER, L.; LAVERGNE, S.; LEPŠ, J.; ZOBEL, K. Functional species pool framework to test for biotic effects on community assembly. **Ecology**, New York, v.93, n. 10, p.2263-2273, 2012.

DE LA POZA M.; PONS, X.; FARINO`S, G. P.; LÓPEZ, C.; ORTEGO, F.; EIZAGUIRRE, M.; CASTAÑERA, P.; ALBAJES, R. Impact of farm-scale Bt maize on abundance of predatory arthropods in Spain. **Crop Protection**, Amsterdam, v.24, p.677–684, 2005.

DE VAUFLEURY, A.; KRAMARZ, P.E.; BINET, P.; CORTET, J.; CAUL, S.; ANDERSEN, N. M.; PLUMEY, E.; COEURDASSIER, M. KROGH, P.H. Exposure and effects assessments of Bt-maize on non-target organisms (gastropods, microarthropods, mycorrhizal fungi) in microcosms. **Pedobiologia**, Jena, v.51, n.3, p.185-194, 2007.

DEBELJAK M.; CORTET, J.; DEMSAR, D.; KROGH, P.H. DZEROSKI, S. Hierarchical classification of environmental factors and agricultural practices affecting soil fauna under cropping systems using Bt maize. **Pedobiologia**, Jena, v.51, p.229–38, 2007.

DEMŠAR, U., HARRIS, P.; BRUNSDON, C.; FOTHERINGHAM, A. S.; MCLOONE, S. Principal component analysis on spatial data: an overview. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v.103, n. 1, p.106-128, 2013.

DEVOS, Y.; DE SCHRJVER, A.; DE CLERCQ, P.; KISS, J.; ROMEIS, J. Bt-maize event MON 88017 expressing Cry3Bb1 does not cause harm to non-target organisms. **Transgenic Research**, London, v.21, n. 6, p.1191-1214, 2012.

DIVELY, G.P. Impact of transgenic VIP3Ax Cry1Ab lepidopteran-resistant field corn on the nontarget arthropod community. **Environmental Entomology**, College Park, v.34, p.1267–1291, 2005.

DIVELY, G.P.; ROSE, R. Effects of Bt transgenic and conventional insecticide control on the non-target natural enemy community in sweet corn. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF ARTHROPODS, 1., 2003, Honolulu. **Proceedings...** p.265-274.

DUAN, J.J.; LUNDGREN, J.G.; NARANJO, S; MARVIER, M. Extrapolating non-target risk of Bt crops from laboratory to field. **Biology Letters**, London, v.6, p.74–77, 2009.

DUAN, J.J.; MARVIER, M.; HUESIG, J.; DIVELY, G.; HUANG, Z. Y). A meta-analysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae). **PLoS One**, San Francisco, v.3, n. 1, p.1-6, 2008.

DUTTON, A.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Assessing the risks of insect resistant transgenic plants on entomophagous arthropods Bt-maize expressing Cry1Ab as a case study. **Journal of the International Organization for Biological Control**, Dordrecht, v.48, n.6, p.611-636, 2003.

ECKERT, J.; SCHUHAN I.; HOTHORN, L.A.; GATHMANN, A. Arthropods on maize ears for detecting impacts of Bt maize on nontarget organisms. Transgenic plants and Insects. **Environmental Entomology**, College Park, v.35, p.554–560, 2006.

EIZAGUIRRE, M.; ALBAJES, R.; LOPEZ, C.; ERAS, J.; LUMBIERRES, B.; PONS, X. Six years after the commercial introduction of Bt maize in Spain: field evaluation, impact and future prospects. **Transgenic Research**, London, v.15, n.1, p.1-12, 2006.

EL-WAKEIL, N.; SALLAM A.; VOLKMAR, C.; GAAFAR, N. **Side effects of insecticides on natural enemies and possibility of their integration in plant protection strategies**. Rijeka: INTECH Open Access Publisher, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O Milho Bt no Brasil: a Situação e a Evolução da Resistência de Insetos**. Brasília: Centro Nacional de

Pesquisa de Milho e Sorgo, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60425/1/doc-133.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

ENDERLEIN G. Entomologica canaria IV. **Wiener Entomologische Zeitung**, Wien, v.46, p.95–109, 1929.

FANG, M.; MOTAVALLI, P.P.; KREMER, R.J.; NELSON, K.A. Assessing changes in soil microbial communities and carbon mineralization in Bt and non-Bt corn residue-amended soils. **Applied Soil Ecology**, New York, v.37, n.1, p150-160, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Keeping plant pests and diseases at bay**: experts focus on global measures. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/en/item/280489/icode/>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

FARIAS, C.A.; WACKERS, F. L.; PRITCHARD, J.; BARRETT, D. A.; TURLINGS, T.C. High susceptibility of Bt maize to aphids enhances the performance of parasitoids of lepidopteran pests. **PLoS One**, San Francisco, v.2, n. 7, p.1-11, 2007.

FELFILI J. M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Editora UNB, 2003. 68 p.

FERNANDES, O. A.; FARIA, M.; MARTINELLI, S.; SCHMIDT, F.; CARVALHO, V.F.; MORO, G. Short-term assessment of Bt maize on non-target arthropods in Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n. 3, p.249-255, 2007.

FERNANDEZ, P.; HILKER, M. Host plant location by Chrysomelidae. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v.8, n. 2, p.97-116, 2007.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n. 12, p.1693-1698, 2006.

FINCH, O. D. Spider wasps (Hymenoptera, Pompilidae) as predators of a spider taxocoenosis. In: EUROPEAN COLLOQUIUM OF ARACHNOLOGY, 16., 1997, Siedlce. **Proceedings...** p.83-89

FIUZA, L.M.; NIELSE-LEBROUX, C.; GOZE, E.; FRUTOS, R.; CHARLES, J. Binding of *Bacillus thuringiensis* Cry1 toxins to the midgut brush border membrane vesicles of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae): evidence of shared binding sites. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.62, p.1544-1549, 1996.

FOUNTAIN, M.T.; BROWN, V.K.; GANGE, A.C.; SYMONDSON, W.O.; MURRAY, P.J. The effects of the insecticide chlorpyrifos on spider and Collembola communities. **Pedobiologia**, Jena, v.51, n. 2, p.147-158, 2007.

FRAMPTON, G.K.; VAN DEN BRINK, P.J. Collembola and macroarthropod community responses to carbamate, organophosphate and synthetic pyrethroid insecticides: direct and indirect effects. **Environmental Pollution**, Barking, v.147, n. 1, p.14-25, 2007.

FRECKMAN, D.W.; ETTEMA, C.H. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v.45, n. 3, p.239-261, 1993.

FRIZZAS, M.R. **Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a comunidade de insetos**. 2003. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, Amsterdam, v.68, n. 3, p.810-821, 2009.

GARCÍA, M.; ORTEGO, F.; CASTAÑERA, P.; FARINÓS, G. P. Effects of exposure to the toxin Cry1Ab through Bt maize fed-prey on the performance and digestive physiology of the predatory rove beetle *Atheta coriaria*. **Biological Control**, Orlando, v.55, n.3, p.225-233, 2010.

GARCIA-ALONSO, M.; JACOBS, E.; RAUBOULD, A.; NICKSON, T. E.; SOWIG, P.; WILLEKENS, H.; VAN DER KOUWE, P.; LAYTON, R.; AMIJEE, F.; FUENTES, A. M.; TENCALLA, F. A tiered system for assessing the risk of genetically modified plants to non-target organisms. **Environmental Biosafety Research**, Les Ulis, v.5, n. 2, p.57-65, 2006.

GARCIA-ALONSO, M.; RAYBOULD, A. Protection goals in environmental risk assessment: a practical approach. **Transgenic Research**, London, v.23, n.6, p.945-956, 2013.

GARDINER, M.M.; TUELL, J.K.; ISAACS, R.; GIBBS, J.; ASCHER, J.S.; LANDIS, D.A. Implications of three biofuel crops for beneficial arthropods in agricultural landscapes. **BioEnergy Research**. New York, v.3, p.6–19, 2010.

GOMES, A. S. **Análise de dados ecológicos**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Instituto de Biologia. 2004. Disponível em: <<http://www.uff.br/ecosed/apostila.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

GÖTZENBERGER, L.; DE BELLO, F.; BRATHEN, K.A.; DAVISON, J.; DUBIUS, A.; GUISAN, A.; LEPS, J.; LINDORG, R.; MOORA, M.; PÄRTEL, M.; PELLISSIER, L.; POTTIER, J.; VITTOZ, P.; ZOBEL, K.; ZOBEL, M. Ecological assembly rules in plant

communities – approaches, patterns and prospects. **Biology Reviews**, London, v.87, p.111–127, 2011.

GPS. **Garmin: 12s**. Disponível em: <<http://www.garmin.com/en-US>>. Acesso em: 8 mar. 2016

GREGORY, M.M.; SHEA, K.L.; BAKKO, E.B. Comparing agroecosystems: effects of cropping and tillage patterns on soil, water, energy use and productivity. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wallingford, v.20, n.2, p.81-90, 2005.

GRIFFITHS, B.S.; CAUL, S.; THOMPSON, J.; BIRCH, A.N.E.; SCRIMGEOUR, C.; CORTET, J.; FOGGO, A.; HACKETT, C.A.; KROGH, P.H. Soil microbial and faunal community responses to Bt maize and insecticide in two soils. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.35, p.734–741, 2006.

GUILHERME, L.R.G. Fundamentos da análise de risco. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n.34, 2005.

GUIMARAES, V.; DRUMARE, M.; LERECLUS, D.; GOHAR, M.; LAMOURETTE, P.; NEVERS, M.; VAISANENTUNKELROTT, M.; BERNARD, H.; GUILLON, B.; CRÉMINON, C.; WAL, J.; ADEL-PATIENT, K. In vitro digestion of Cry1ab proteins and analysis of the impact on their immunoreactivity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.58, n.5, p.3222-3231, 2010.

GUO, J.; HE, K.; HELLMICH, R. L.; BAI, S.; ZHANG, T.; LIU, Y.; AHMED, T.; WANG, Z. Field trials to evaluate the effects of transgenic cry1le maize on the community characteristics of arthropod natural enemies. **Scientific Reports**, London, v.6, 2016.

GUO, Y.; FENG, Y.; GE, T.; TETREAU, G.; CHEN, S.; DONG, X.; SHI, W. The Cultivation of Bt Corn Producing Cry1Ac Toxins Does Not Adversely Affect Non-Target Arthropods. **PLoS One**, San Francisco, v.9, n.12 2014.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, México, v.45, p.426-427, 1966.

HANSEN, L.S.; LOVEI, G.L.; SZÉKÁS, A. Survival and development of a stored-product pest, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), and its natural enemy, the parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae), on transgenic Bt maize. **Pest Management Science**, West Sussex, v.69, p.602–606, 2013.

HARTMANN, T.; OBER, D. Biosynthesis and metabolism of pyrrolizidine alkaloids in plants and specialized insect herbivores. **Topics in Current Chemistry**, New York, v.209, p.207-244, 2000.

HARWOOD, J.D.; WALLIN, W.G.; OBRYCKI, J.J. Uptake of Bt endotoxins by nontarget herbivores and higher order arthropod predators: molecular evidence from a transgenic corn agroecosystem. **Molecular Ecology**, Oxford, v.14, n. 9, p.2815-2823, 2005.

HECKMANN, L. H.; GRIFFITHS, B. S.; CAUL, S.; THOMPSON, J.; PUSZTAI-CAREY, M.; MOAR, W.J.; ANDERSEN, M.N.; KROGH, P.H. Consequences for *Protaphorura armata* (Collembola: Onychiuridae) following exposure to genetically modified *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize and non-Bt maize. **Environmental Pollution**, Barking, v.142, n. 2, p.212-216, 2006.

HENDRIKSMA, H.P.; HARTEL, S.; STEFFAN-DEWENTER, I. Testing pollen of single and stacked insect-resistant Bt-maize on in vitro reared honey bee larvae. **PLoS One**, San Francisco, v.6, n. 12, p.1-7, 2011.

HERRERO M.; IBÁÑEZ, MARTÍN-ÁLVAREZ P.J.; CIFUENTES, A. Analysis of chiral amino acids in conventional and transgenic maize. **Analytical Chemistry**, New York, v.79, p.5071–5077, 2007.

HIGGINS, L.S.; BABCOCK, J.; NEESE, P.; LAYTON, R. J.; MOELLENBECK, D. J.; STORER, N. Three-year field monitoring of Cry1F, event DAS-01507-1, maize hybrids for nontarget arthropod effects. **Environmental Entomology**, College Park, v.38, p.281-292, 2009.

HÖNEMANN L.; ZURBRÜGG, C.; NENTWIG W. Effects of Bt-corn decomposition on the composition of the soil meso-and macrofauna. **Applied Soil Ecology**, New York, v.40, n. 2, p.203-209, 2008.

HOUSE, G. J.; ALZUGARAY, M. D. R. Influence of cover cropping and no-tillage practices on community composition of soil arthropods in a North Carolina agroecosystem. **Environmental Entomology**, College Park, v.18, n. 2, p.302-307, 1989.

HU^oRKA, K.; JAROSIK, V. Development, breeding type and diet of members of the *Amara communis* species aggregate (Coleoptera: Carabidae). **Acta Societatis Zoologicae Bohemicae**, Praha, v.65, p.17-23, 2001.

HUBBELL, S. P. **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

ICOZ I.; STOTZKY G. Fate and effects of insect-resistant Bt crops in soil ecosystems. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.40, p.559-586, 2006.

ILLIG, J.; LANGEL, R.; NORTON R.A.; SCHEU, S.; MARAUN, M. Where are decomposers? Uncovering the soil food web of tropical montane rain forest in southern Ecuador using stable isotopes (¹⁵N). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.21, p.589-593, 2005.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2009. Disponível em: <www.inmet.gov.br/climatologia>. Acesso em: 10 maio 2009.

IPERTI, G.; PAOLETTI, M.G. Biodiversity of Predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. Special issue: Invertebrate biodiversity as bioindicators of Sustainable landscapes. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.74, p.323–42, 1999.

ISAAA- International Service for the Acquisition of Agri-Biothec Application. **ISAAA Brief 46: global status of commercialized biotech/GM crops**. 2013. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/default.asp>> Acesso em: 13 abr. 2015.

ISAAA - International Service for the Acquisition of Agri-Biothec. Application. **Commercial GM trait: insect resistance**. 2016. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/commercialtrait/default.asp?TraitTypeID=2&Trait=Insect%20Resistance>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM crops**: 2005. Ithaca: ISAAA Brief 34, 2005.

JAMES C. **Status global das cultivares transgênicas comercializadas**. 2013. Disponível em: <<https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/pdf/Brief%2046%20-%20Executive%20Summary%20-%20Portuguese.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM crops**. Ithaca: ISAAA International Service for the Acquisition of Agri-Biothec Applications. 2014. (Brief, 49). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

JANSCH S.; FRAMPTON G. K.; ROMBKE, J.; VAN DEN BRINK, P.J.; SCOTTFORDSMAND, J. J. Effects of pesticides on soil invertebrates in model ecosystem and field studies: a review and comparison with laboratory toxicity data. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v.25, n. 9, p.2490-501.

JANŽEKOVIČ, F.; NOVAK, T. PCA—A powerful method for analyze ecological niches. In: SANGUNSAT, P. (Ed.). *Principal component analysis-multidisciplinary applications*. Thailand: InTech, 2012. p.127-142.

JASKULSKI, D.; JASKULSKA, I. Diversity and dominance of crop plantations in the agroecosystems of the Kujawy and Pomorze region in Poland. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science**, London, v.61, n. 7, p.633-640, 2011.

JOHNSON, M. T.; AGRAWAL, A. A.; Covariation and composition of arthropod species across plant genotypes of evening primrose, *Oenothera biennis*. **Oikos**, Copenhagen, v.116, n. 6, p.941-956, 2007.

KANIESKY M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

KEESE, P. Risks from GMOs due to horizontal gene transfer. **Environmental Biosafety Research**, Les Ulis, v.7, p.123-149, 2008.

KIESSELBACH, T. A. **The structure and reproduction of corn 50th Anniversary Edition**. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1999.

KIM, Y. H.; HWANG, C. E.; KIM, T. S.; LEE, J. H.; LEE, S. H. Assessment of potential impacts due tounintentionally released Bt maize plants on non-target aphid *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Amsterdam, v.15, p.443–446, 2012.

KISHIMOTO, H.; ADACHI, I. Predation and oviposition by predatory *Stethorus japonicus*, *Oligota kashmirica* benefica, and *Scolothrips takahashii* in egg patches of various spider mite species. **Entomologia Experimentalis et Applicatam** Dordrecht, v.128, p.294–302, 2008.

KNOWLES, B.H., Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal δ -endotoxins. **Advances in Insect Physiology**, London, v.24, p.275-308, 1994.

KOK, E. J.; KEIJER, J.; KLETER, G. A.; KUIPER, H. A. Comparative safety assessment of plant-derived foods. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Orlando, v.50, p.98–113, 2008.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. (Ed.). **A Manual of Acarology**. 3rd ed. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009. 807 p..

LANG, A Monitoring the impact of Bt maize on butterflies in the field: estimation of required sample sizes. **Environmental Biosafety Research**, Les Ulis, v.3, n. 1, p.55-66, 2004.

LAWO, N. C.; WÄCKERS, F. L.; ROMEIS, J. Indian Bt cotton varieties do not affect the performance of cotton aphids. **PLoS One**, San Francisco, v.4, n. 3, 2009.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 1998.

LEPŠ, J. ŠMILAUER P. **Multivariate analysis of ecological data using CANOCO**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

LETOURNEAU, D. K.; BURROWS B. E. **Genetically Engineered Organisms: Assessing, Environmental and Human Health Effects**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.456.

LEVER, R. J. A. W. Maggots in imported boot polish. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.15, p.15, 1944.

LI, F. F.; YE, G. Y.; WU, Q.; PENG, Y. F.; CHEN, X. X. Arthropod abundance and diversity in Bt and non-Bt rice fields. **Environmental Entomology**, College Park, v.36, n. 3, p.646-654, 2007.

LIFEI, H.; XIAOLI, D.; WEILAN, W.; LIUFENG, L.; YUAN, Z.; JIANJUN, J.; LANG, Y. Community structure and seasonal dynamics of arthropod in Guangxi mulberry field. **Journal of Southern Agriculture**, Nanning, v.44, n. 6, p.943-948, 2013.

LIMA, M. A. P.; PIRES, C. S. S.; GUEDES, R. N. C.; NAKASU, E. Y. T.; LARA, M. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R.; DIAS, S. C.; CAMPOS, L. A. O. Does Cry1Ac Bt-toxin impair development of worker larvae of Africanized honey bee?. **Journal of Applied Entomology**, Oxford, v.135, p.415–422. 2011.

LIU, B.; YANG, L.; YANG, F.; WANG, Q.; YANGM Y.; LU, Y.; GARDINER, M. M. Landscape diversity enhances parasitism of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) eggs by *Trichogramma chilonis* in cotton. **Biological Control**, Orlando, v.93, p.15-23, 2016.

LOPEZ, M. D.; PRASIFKA, J. R.; BRUCK, D. J.; LEWIS, L. C. Utility of ground beetle species as indicators of potential non-target effects of Bt crops. **Environmental Entomology**, College Park, v.34, p.1317–1324, 2005.

LOZZIA, G. C.; FURLANIS, C.; MANACHINI, B.; RIGAMONTI, I. E. Effects of Bt corn on *Rhopalosiphum padi* L.(Rhynchota Aphididae) and on its predator *Chrysoperla carnea* Stephen (Neuroptera Chrysopidae). **Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura**, Parma, v.30, n. 2, p.153-164,1998.

LOZZIA, G.C. Biodiversity and structure of ground beetle assemblages (Coleoptera Carabidae) in Bt corn and its effects on non target insects. **Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura**, Parma, v.31, n.1, p.37-50, 1999.

LU, Z. B.; TIAN, J. C.; HAN, N. S.; HU, C.; PENG, Y. F.; STANLEY, D.; YE, G. Y.; No direct effects of two transgenic Bt rice lines, T1C-19 and T2A-1, on the arthropod communities. **Environmental Entomology**, College Park, v.43, n. 5, p.1453-1463, 2014.

LU, Z.; DANG, C.; HAN, N.; SHEN, Z.; PENG, Y.; STANLEY, D.; YE, G. the new transgenic cry1Ab/vip3H Rice poses no unexpected ecological risks to arthropod communities in rice agroecosystems. **Environmental Entomology**, College Park, v.0, N. 0, 2015.

LUDY, C.; LANG, A.A 3-year field-scale monitoring of foliage-dwelling spiders (Araneae) in transgenic Bt maize fields and adjacent field margins. **Biological Control**, Orlando, v.38, p.314-324, 2006.

LUMBIERRES, B.; ALBAJES, R.; PONS, X. Positive effect of Cry1Ab-expressing Bt maize on the development and reproduction of the predator *Orius majusculus* under laboratory conditions. **Biological Control**, Orlando, v.63, n. 2, p.150-156, 2012.

LUMBIERRES, B.; ALBAJES, R.; PONS, X. Transgenic Bt-maize and *Rhopalosiphum padi* performance. **Ecological Entomology**, Oxford, v.29, p.309–317, 2004.

LUMBIERRES, B.; STARY, P.; PONS, X. Effect of Bt maize on the plant-aphid–parasitoid tritrophic relationships. **Biological Control**, Orlando, v.56, n.2, p.133-143, 2011.

LYNCH R. E., WISEMAN B. R., PLAISTED D., WARNICK D., Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry1A (b) toxin for resistance to corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae).- **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.92, n.1,p.246-252, 1999.

MALLOCH J. R. The insects of the dipterous family Phoridae in the United States National Museum. **Proceedings of the United States National Museum**, Washington, v.43, p.411–529, 1912.

MALONE, L. A.; PHAM-DELEGUE M. H Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus* sp.). **Apidologie**, Paris, v.32 p.287–304, 2001.

MAPA – Ministério da Agricultura e Meio Ambiente. **Projeções do Agronegócio**. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2016.

MARCHETTI, E.; ALBERGHINI, S.; BATTISTI, A.; SQUARTINI, A.; DINDO, M. L. Susceptibility of adult *Exorista larvarum* to conventional and transgenic *Bacillus thuringiensis* galleriae toxin. **Bulletin Insectology**, Bologna, v.65, p.133–137, 2012.

MARKOVA, E.; TEOFILOVA, T. Syrphid communities (Syrphidae, diptera) in basic types of agroecosystems in Karlovo valley (Bulgaria). **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, Sofia, v.17, n. 1, p.49-54, 2011.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C.– Resistência de insetos: as plantas geneticamente modificadas **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 34, 2005.

MARVIER, M. Ecology of transgenic crops. **American Scientist**, New Haven, v.89, p.160-167, 2001.

MARVIER, M. Improving risk assessment for nontarget safety of transgenic crops. **Ecological Applications**, Tempe, v.12, n. 4, p.1119-1124, 2002.

MARVIER, M.; MCCREEDY, C.; REGETZ, J.; KAREIVA, P. A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. **Science**, London, v.316, n.5830, p.1475-1477, 2007.

MATTONI, R.; LONGCORE, T.; NOVOTNY, V. Arthropod monitoring for fine-scale habitat analysis: a case study of the El Segundo sand dunes. **Environmental Management**, New York, v.25, n. 4, p.445-452, 2000.

MEISSLE M.; LANG, A. Comparing methods to evaluate the effects of Bt maize and insecticide on spider assembles. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.107, p.359–370, 2005.

MEISSLE, M.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Bt maize and integrated pest management - a European perspective. **Pest Management Science**, West Sussex, v.67, n.9, p.1049-1058, 2011.

MENDES S. M., BOREGAS K. G. B., LOPES M. E., WAQUIL M. S., WAQUIL J. M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry1A(b).- **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.239- 244, 2011.

MIETHLING-GRAFF, R.; DOCKHORN, S.; TEBBE, C. C. Release of the recombinant Cry3Bb1 protein of Bt maize MON88017 into field soil and detection of effects on the diversity of rhizosphere bacteria. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v.46, n. 1, p.41-48, 2010.

MINARCIKOVA, L.; CAGAN L.; KOVAC, L Influence of Bt maize to epigeic collembolan communities. **IOBC/WPRS Bulletin**, Wechselnde Vertagsorte, v.97, p.89–96, 2013.

MINOR, M. **Soil mites and other animals**. 2004. Disponível em: <www.massey.ac.nz/~maminor/mites.html>. Acesso em: 7 jan. 2016.

MOITA NETO, J. M., MOITA G. C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, São Paulo, v.21, n. 4, p.467-469, 1998.

MONNERAT, R. G., BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis* modo de ação e resistência. In: MELO, I.S. AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna, 2000. p.163-200.

MORDOR. **Global crop protection chemicals (pesticides) market - growth, trends and forecasts (2015 - 2020)**, in, **mordor intelligence**. 2015. Disponível em: <<http://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-crop-protection-chemicals-pesticides-market-industry>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

MUSSER, F. R.; SHELTON, A. M.; Bt sweet corn and selective insecticides: Impacts on pests and predators. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.96, p.71–80. 69, 2003.

NARANJO, S. E. Long-term assessment of the effects of transgenic Bt cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies. **Environmental Entomology**, College Park, v.34, p.1193–210, 2005.

NARANJO, S. E. Impacts of Bt crops on non-target organisms and insecticide use patterns. **Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources**, Wallingford, v.4, p.1–23, 2009.

NARANJO, S. E. Effects of GM crops on non-target organisms." In: **PLANT Biotechnology**. Springer: International Publishing, 2014. p.129-142.

NEW, T. R. **Hymenoptera and conservation**. New York: John Wiley & Sons, 2012.

NORTON, R.A. Acarina: Oribatida. In: DINDAL, D.L. (Ed.). **Soil biology guide**. New York: Wiley, 1990. p.779–803.

O'CALLAGHAN M.; GLARE, T.R.; BURESS, E. P.J.; MALONE, L. A. Effects of plants genetically modified for insect resistance on non-target organisms. **Annual Review of Entomology**, Lahan, v.50, p.271-292, 2005.

ØKLAND, B. Mycetophilidae (Diptera), an insect group vulnerable to forestry practices? A comparison of clearcut, managed and semi-natural spruce forests in southern Norway. **Biodiversity & Conservation**, Andover, v.3, n. 1, p.68-85, 1994.

OMOTO, C.; BERNANDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R. J.; DOURADO, P.M.; CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R. A.; WILSE, A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; Field - evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**, West Sussex, v.72, n.9, p.1727-1736, 2016.

ONDREIČKOVÁ, K.; KRAIC, J. Impact of genetically modified stacked maize NK603x MON810 on the genetic diversity of rhizobacterial communities. **Agriculture Polnohospodárstvo**, Warsaw, v.61, n. 4, p.139-148, 2015.

PÁLINKÁS, Z.; ZALAI, M.; SZÉNÁSI, Á.; KÁDÁR, F.; DORNER, Z.; BALOG, A., 2016. Rove beetles (Coleoptera Staphylinidae)–Their abundance and competition with other predatory groups in Bt maize expressing Cry34Ab1, Cry35Ab1, Cry1F and CP4 EPSPS proteins. **Crop Protection**, Amsterdam, v.80, p.87-93, 2016.

PAOLETTI, M.G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v.74, p.1-18, 1999.

PHILPOTT, S. M.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. In: HAWKSWORTH, D.L.; BULL, A.T. (Ed.). **Arthropod diversity and conservation**. Netherlands: Springer, 2006. p.125-141.

PICANÇO, M. C.; GALVAN, T. L.; Galvão, J. C. C.; SILVA, E. C.; GONTIJO, L. M. Intensidades de perdas, ataque de insetos-praga e incidência de inimigos naturais em cultivares de milho em cultivo de safrinha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n. 2, p.339-347, 2003.

PILCHER, C. D.; OBRYCKI, J. J.; RICE, M. E.; LEWIS, L. C. Preimaginal development, survival, and field abundance of insect predators on transgenic *Bacillus thuringiensis* corn. **Environmental Entomology**, College Park, v.26, n.2, p.446-454, 1997.

PONS, X.; LUMBIERRES, B.; LOPEZ, C.; ALBAJES, R. Abundance of non-target pests in transgenic Bt-maize: A farm scale study. **European Journal of Entomology**, České Budějovic, v.102, n.1, p.73, 2005.

PRASIFKA, J. R.; LOPEZ, M. D.; HELLMICH, R. L.; PRASIFKA P.L. Effects of insecticide exposure on movement and population size estimates of predatory ground beetles (Coleoptera: Carabidae). **Pest Management Science**, West Sussex, v.64, n. 1, p.30-36, 2008.

PRIESTLEY, A. L.; BROWNBRIDGE M. Field trials to evaluate effects of Bt-transgenic silage corn expressing the Cry1Ab insecticidal toxin on non-target soil arthropods in northern New England, USA. **Transgenic Research**, London, v.18, n. 3, p.425-443, 2009.

QAIM, M.; KOUSER, S. Genetically modified crops and food security. **PLOS ONE**, San Francisco, v.8, 2013.

RAUSCHEN, S.; ECKERT, J.; GATHMANN, A.; SCHUPHAN, I. Impact of growing Bt-maize on cicadas: Diversity, abundance and methods. **IOBC Wprs Bulletin**, Wechselse, v.27, p.37–42, 2004.

RAUSCHEN S.; SCHULTHESIS, E.; HUNFELD, H.; SCHAARSCHMIDT, F.; SCHUPHAN, I. *Diabrotica* resistant Bt-maize DKc5143 event MON88017 has no impact on the field densities of the leafhopper *Zyginidia scutellaris*. **Environmental Biosafety Research**, Les Ulis, v.9, p.87–99, 2010.

REDDY, P.V., NARASIMHA, R. N. VIMALA, D. P.S.; SIVARAMAKRISHMAN Sivaramakrishnan, S.; LAKSHMI, N. M.; DINESH, K. V. Cloning, Characterization, and Expression of a New Cry1Ab Gene from DOR Bt-1, an Indigenous Isolate of *Bacillus thuringiensis*. **Molecular Biotechnology**, New York, v.54, p.795-802, 2013.

REDOAN, A. C. M.; CARVALHO, G. A.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. D. L. C; SILVA, R. B. D. Physiological selectivity of insecticides to adult of *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n. 4, p.842-850, 2013.

ŘEZÁČ, M. I. L. A. N.; PEKÁR, S. T. A. N. O.; KOCOUREK, F. R. A. N. T. I. Š. E. K.. Effect of Bt-maize on epigeic spiders (Araneae) and harvestmen (Opiliones). **Plant Protection Science**, Prague, v.42, n. 1, p.1-8, 2006.

RIDDICK, E. W.; BARBOSA, P. Cry3A-intoxicated *Leptinotarsa decemlineata* (Say) are palatable prey for *Lebia grandis* Hentz. **Journal of Entomological Science**, Washington, v.35, p.342–6. 67, 2000.

RODRIGUES, W.C. DivEs - **Diversidade de Espécies** - Guia do Usuário. Seropédica: Entomologistas do Brasil, 2007. 9p. 2007. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

RODRIGUES, W.C. **DivEs - Diversidade de espécies** - Versão 2.0. Software e Guia do Usuário. Seropédica, 2005.

RODRIGUEZ F, J.G., SANCHEZ G, J.J., BALTAZAR M, B., DE LA CRUZ-LARIOS, L.; SANTACRUZ-RUVALCABA, E.; RON, J. P.; SCHOPER, J. B. Characterization of floral morphology and synchrony among *Zea* species in Mexico. **Maydica**, Bergamo, v.51, n.2, p.383-398, 2006.

ROMEIS, J., MEISSLE, M.; BIGLER, F. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. **Nature Biotechnology**, New York, v.24, n.1, p.63-71, 2006.

ROMEIS J.; SHELTON A. M.; KENNEDY, G. G. **Integration of insect-resistant genetically modified crops with IPM systems**. Dordrecht: Springer, 2008. p.223–248.

ROMEIS, J., BARTSCH D., BIGLER, F., CANDOLFI, M.P., GIELKENS, M.M., HARTLEY, S.E., HELLMICH, R.L., HUESING, J.E., JEPSON, P.C., LAYTON R. QUEMADA, H., Assessment of risk of insect-resistant transgenic crops to nontarget arthropods. **Nature Biotechnology**, New York, v;26, n.2, p.203-208, 2008.

ROMEIS, J.; MEISSLE, M.; ÁLVAREZ-ALFAGEME, F.; BIGLER, F.; BOHAN, D. A.; DEVOS, Y.; MALONE, L. A.; PONS, X.; RAUSCHEN, S. Potential use of an arthropod database to support the non-target risk assessment and monitoring of transgenic plants. **Transgenic Research**, London, v.23, n. 6, p.995-1013, 2014.

SANVIDO, O. J.; ROMEIS, A.; GATHMANN, M.; GIELKENS, M.; RAYBOULD, A.; BIGLER, F. Evaluating environmental risks of genetically modified crops – ecological harm criteria for regulatory decisionmaking. **Environmental Science & Policy**, Exceter, v.15, p.82–91, 2012.

SAXENA, D.; STOTZKY, G. Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. **American Journal of Botany**, Lancaster, v.88, n. 9, p.1704-1706, 2001.

SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.'; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; DEAN, D. H. *Bacillus thuringiensis* and Its Pesticidal Crystal Proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, London, v.62, n.3, p.775–806, 1998.

SCHORLING, M.; FREIER B Six-year monitoring of non-target arthropods in Bt maize (Cry 1Ab) in the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) infestation area Oderbruch (Germany). **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, Basel, v.1, p.106–108, 2006.

SEMENTES Agrocere. **Catálogo de produtos**. Disponível em: <http://www.sementesagrocere.com.br/pages/Produto.aspx?p=AG_9010>. Acesso em: 26 mai. 2016.

SHELTON, A. M.; TANG, J. D.; ROUSH, R. T.; METZ, T. D.; EARLE, E. D.. Field tests on managing resistance to Btengineered plants. **Nature Biotechnology**, New York, v.18, p.339 -342, 2002.

SHIRAI Y Effects of transgenic insecticidal crops on environments and ecosystems: literature until 2010. **Bulletin of the National Institute of Agro-Environmental Sciences**, Yatabe, v.30, p.1–38, 2012.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.22, p.115 - 143, 1991.

SIMS, S. R.; MARTIN, J. W. Effect of the *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins CryIA(b), CryIA(c), CryIIA, and CryIIIA on *Folsomia candida* and *Xenylla grisea* (Insecta: Collembola). **Pedobiologia**, Jena, v.41, p.412–416, 1997.

SISTERSON, M. S.; BIGGS, R. W.; OLSON, C.; CARRIÈRE, Y.; DENNEHY, T. J.; TABASHNIK, B. E. Arthropod abundance and diversity in Bt and non-Bt cotton fields. **Environmental Entomology**, College Park, v.33, n.4, p.921-929, 2004.

SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ, O.; SVOBODOVÁ, Z.; SPITZER, L.; DOLEŽAL P., HUSSEIN, H. M.; SEHNAL, F. Communities of ground-dwelling arthropods in conventional and transgenic maize: background data for the post-market environmental monitoring. **Journal of Applied Entomology**, Oxford, v.139, p.31–45, 2015.

ŠMILAUER, P., LEPSŠ, J. **Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5**. 2nd ed. Cambridge: Ed.Cambridge, 2014.

STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. version 10. Cary, 2011.

SUNDERLAND, K.; SAMU, F. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.95, p.1–13, 2000.

SVOBODOVÁ Z.; HABUŠTOVÁ O.; SEHNAL, F.; HOLEC, M.; HUSSEIN, H. M., Epigeic spiders are not affected by the genetically modified maize MON 88017. **Journal of Applied Entomology**, Oxford, v.137 n. 1-2, p.56-67, 2013.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, H. M. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.47, p.561–594, 2002.

TABASHNIK, B. E.; MOTA-SANCHEZ, D. WALON, M. E.; HOLLINGWORTH, R.M.; CARRIÈRE, Y Defining terms for proactive management of resistance to Bt crops and pesticides. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.107, p.496–507, 2014.

TABASHNIK, B.E.; BRÉVAULT, T.; CARRÈRE, Y. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. **Nature Biotechnology**, New York, v.31, p.510–521, 2013.

TABASHNIK, B.E.; VAN RENSBURG, J. B. J.; CARRIÈRE, Y. Field-evolved insect resistance to Bt crops: definition, theory, and data. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.102, n.6, p.2011-2025, 2009.

TAO, S.; QIANG, C.; XINGYI, Z. Effect of tillage system on soil surface arthropod diversity in the black soil region of Northeast China. **Acta Entomologica Sinica**, Washington, v.57, n. 1, p.74-80, 2014.

TENFEN S. Z. A. **Detecção de alterações no proteoma de plantas geneticamente modificadas oriundas de interações sinérgicas e antagonistas da integração e expressão de transgenes**, 2014. 163 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

TER BRAAK, C.J.F.; SMILAUER, P. **Canoco reference manual and user's guide: Software for ordination, version 5.0**. Ithaca: Microcomputer Power, 2012. 118 p.

TIAN, J. C.; YAO, J.; LONG L. P.; ROMEIS, J.; SHELTON, A. M. Bt crops benefit natural enemies to control non-target pests. **Scientific Reports**, Tokyo, v.5, 2015.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Abundance and diversity of ground - dwelling arthropods of pest management importance in commercial Bt and non - Bt cotton fields. **Annals of Applied Biology**, Oxford, v.150, n. 1, p.27-39, 2007.

TOSCHKI, A.; HOTHORN, L. A.; ROB-NICKOLL, M. Effects of cultivation of genetically modified Bt maize on epigeic arthropods (Araneae; Carabidae). **Environmental Entomology**, College Park, v.36, n. 4, p.967–981, 2007.

TOSUN, J. **Risk regulation in europe assessing the application of the precautionary principle**. Heidelberg: Springer Briefs in Political Science, 2013. v.3. 2013.

TÓTH, F.; ÁRPÁS, K.; SZEKERES, D.; KÁDÁR, F.; SZENTKIRÁLYI, F.; SZÉNÁSI, A.; KISS, J. Spider web survey or whole plant visual sampling? Impact assessment of Bt corn on non-target predatory insects with two concurrent methods. **Environmental Biosafety Research**, Les Ulis, v.3, n. 4, p.225-231, 2004.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TRUTER, J.; HAMBURG, H. V.; BERG, J. V.D. Comparative diversity of arthropods on Bt maize and non-Bt maize in two different cropping systems in South Africa. **Environmental Entomology**, College Park, v.43, p.197–208, 2014.

TWARDOWSKI J.P., BEREŚ P., HUREJ M., KLUKOWSKI Z., DĄBROWSKI Z.T., SOWA S., WARZECHA R. The quantitative changes of ground beetles (Col., Carabidae) in Bt and conventional maize crop in southern Poland. **Journal of Plant Protection Research**, Pozamán, v.52, n. 4, p.404, 2012.

ULRICHI, H. Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey-predator list. **Studia Dipterologica**, Halle, v.11, p.369-403, 2005.

USEPA - Environmental Protection Agency. **Biopesticide registration action document. Bacillus thuringiensis (Bt) plant-incorporated protectants**. Disponível em: <http://www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/pips/bt_brad.htm>. Acesso em> 26 mai. 2016.

VALVERDE, J. R.; MARÍN, S.; MELLADO, R. P.; Effect of herbicide combinations on Bt-maize rhizobacterial diversity. **The Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v.24, n. 11, p.1473-483, 2014.

VAN DEN BRINK P.J.; TER BRAAK, C. J. F. Multivariate analysis of stress in experimental ecosystems by principal response curves and similarity analysis. **Aquatic Ecology**, Dordrecht, v.32, n. 2, p.163-178, 1998.

VAN DENBRINK, P.J.; TER BRAAK, C. J. Principal response curves: analysis of time-dependent multivariate responses of a biological community to stress. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v.18, p.138-148, 1999.

VERCESI, M.L.; KROGH, P.H.; HOLMSTRUP, M., Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants affect life-history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*?. **Applied Soil Ecology**, New York, v.32, n. 2, p.180-187, 2006.

VET, L.E.; DICKE, M., Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.37, n. 1, p.141-172. 1992.

VIRLA, E. G.; CASUSO, M.; FRIAS, E. A. A preliminary study on the effects of a transgenic corn event on the non-target pest *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Crop Protection**, Amsterdam, v.29, p.635-638, 2010.

VOJTECH, E.; MEISSLE, M.; POPPY, G.M. Effects of Bt maize on the herbivore *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). **Transgenic Research**, London, v.14, n. 2, p.133-144, 2005.

WEBER, M.; NENTWIG, W. Impact of Bt corn on the diplopod *Allajulus latestriatus*. **Pedobiologia**, Jena, v.50, p.357–368, 2006.

WERLING, B. P.; MEEHAN, T.D.; GRATTON, C.; LANDIS, D. A. Influence of habitat and landscape perenniality on insect natural enemies in three candidate biofuel crops. **Biological Control**, Orlando, v.59, p.304–312, 2011.

WHITEHOUSE, M. E. A.; WILSON, L. J.; DAVIES, A. P.; CROSS, D.; GOLDSMITH, P.; THOMPSON, A.; BAKER, G. Target and nontarget effects of novel “triple-stacked” Bt-transgenic cotton 1: Canopy arthropod communities. **Environmental entomology**, College Park, v.43, n. 1, v.218-241, 2014.

WHITEHOUSE, M. E. A.; WILSON, L. J.; FITT, G. P. A comparison of arthropod communities in transgenic Bt and conventional cotton in Australia. **Environmental Entomology**, College Park, v.34, n. 5, p.1224-1241, 2005.

WILSEY, B. J.; CHALCRAFT, D. R.; BOWLES, C.M.; WILLIG, M. R. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. **Ecology**, Brooklyn, v.86, p.1178-1184, 2005.

WOLFENBARGER, L. L.; NARANJO, S. E.; LUNGREN, J. G.; BITZER, R. J.; WATRUD, L. S. *Bt* crop effects on functional guilds of non-target arthropods: a meta-analysis. **PLoS ONE**, San Francisco, v.3, n. 5, 2008.

WOLFENBARGER, L. L.; PHIFER, P.R. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. **Science**, London, v.290, p.2088-2093, 2000.

YU L.; BERRY, E.; CROFT, B.A. Effects of *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic cotton and potato on *Folsomia candida* (Collembola: Isotomidae) and *Oppia nitens* (Acari: Oribatidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.90, p.113-118, 1997.

YU, H.; LI, Y.; LI, X.; WU, K. Arthropod abundance and diversity in transgenic *Bt* soybean. **Environmental Entomology**, College Park, v.43, p.1124-1134, 2014.

YUAN, Y.; KROGH, P.H.; BAI, X.; ROELOFS, D.; CHEN, F.; ZHU-SALZMAN, K.; LIANG, Y.; SUN, Y.; GE, F. Microarray detection and qPCR screening of potential biomarkers of *Folsomiacandida* (Collembola: Isotomidae) exposed to *Bt* proteins (Cry1Ab and Cry1Ac). **Environmental Pollution**, Barking, v.184,p.170-178, 2014.

ZWAHLEN, C.; HILBECK, A.; NETWIG, W. Field decomposition of transgenic *Bt* maize residue and the impact on nontarget soil invertebrates. **Plant and Soil**, The Hague, v.300, p.245-257, 2007.