



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ADRIANO THIBES HOSHINO

**INFLUÊNCIA DE FRAGMENTOS DE MATA SOBRE INSETOS
FITÓFAGOS E INIMIGOS NATURAIS NA SOJA E MILHO**

ADRIANO THIBES HOSHINO

**INFLUÊNCIA DE FRAGMENTOS DE MATA SOBRE INSETOS
FITÓFAGOS E INIMIGOS NATURAIS NA SOJA E MILHO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ayres de O Menezes Jr.

Londrina
2010

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

H79i Hoshino, Adriano Thibes.
Influência de fragmentos de mata sobre insetos fitófagos e inimigos naturais na soja e milho / Adriano Thibes Hoshino. – Londrina, 2010. 158 f.: il.

Orientador: Ayres de Oliveira Menezes Júnior.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Agentes no controle biológico de pragas – Teses. 2. Parasitóides – Teses. 3. Ecossistemas agrícolas – Teses. I. Menezes Júnior, Ayres de Oliveira. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 632.937

ADRIANO THIBES HOSHINO

**INFLUÊNCIA DE FRAGMENTOS DE MATA SOBRE INSETOS
FITÓFAGOS E INIMIGOS NATURAIS NA SOJA E MILHO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
UEL – Londrina - PR

Dr. Adeney de Freitas Bueno
EMBRAPA Soja – Londrina – PR

Dr. Flávio Moscardi (suplente)
UEL – Londrina - PR

Dr. João Antonio Cyrino Zequi (suplente)
UniFil – Londrina - PR

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Jr.
UEL – Londrina - PR

Londrina, 30 de agosto de 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela saúde e discernimento concedido.

A minha mãe, que me apoiou em todos os momentos de forma incondicional, e que foi fundamental para terminar mais esta etapa de minha vida.

Ao meu orientador Dr. Ayres de Oliveira Menezes Jr., pelos ensinamentos, incentivo e colaboração durante todo o período em que trabalhei com ele.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade concedida para realização deste trabalho.

Aos professores do departamento de Agronomia, que me agregaram em conhecimento e contribuíram na formação de minhas bases críticas ao longo da minha formação acadêmica.

Aos proprietários Luís Vespa, Carlos Deliberador, Aparecido Sérgio Fávaro, Wilberto Janz, Marcelo Bulle, que permitiram a utilização de suas áreas de cultivo para a realização dos experimentos.

Aos amigos Orcial C. Bortolotto, Fábio H. Danguí, Aline Pomari, Clarissa T. Feltran, entre tantos outros, que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho, tornando possível a realização do mesmo.

Ao CNPq pelo suporte financeiro.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

HOSHINO, Adriano Thibes. **Influência de fragmentos de mata sobre insetos fitófagos e inimigos naturais na soja e milho.** 2010. 158 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da presença de fragmentos de mata nativa sobre a população de insetos fitófagos, e seus inimigos naturais, em lavouras de soja e milho. Para tanto, foram avaliados pontos localizados próximos e distantes da borda da mata, através da marcação de dois transectos, um a 25m e outro a 525m da borda da mata, em três áreas de soja e milho com presença de mata nativa. Cada transecto foi composto por 10 pontos de avaliação equidistantes entre si em 10m, onde foram realizadas as seguintes avaliações: a) presença de insetos fitófagos e inimigos naturais, observados em amostragem por pano-de-batida para soja, ou observados por coleta e verificação dos cartuchos em milho; b) mortalidade de hospedeiros (somente os insetos fitófagos mais abundantes) por parasitismo ou patógenos, através da manutenção em laboratório dos hospedeiros coletados em soja e milho; c) incidência e severidade de injúria, ocasionada por *Spodoptera frugiperda* nos cartuchos de milho. Para monitoramento da movimentação dos grupos de inimigos naturais, em cada transecto foi instalada uma armadilha de interceptação de vôo tipo Malaise. As análises estatísticas compararam os dados dos transectos ou Malaises próximos e distantes da borda da mata, para cada área separadamente. Para presença de insetos fitófagos, inimigos naturais, incidência e severidade de injúria, utilizou-se o teste t de Student ou de Mann-Whitney. Os dados de parasitismo foram comparados com auxílio do teste de Binomial para duas proporções. Os inimigos naturais, coletados em Malaise, foram comparados com auxílio do teste Qui-Quadrado e, sua diversidade calculada pelo índice de Shannon-Wiener (H'). A ocorrência de insetos fitófagos e inimigos naturais, bem como o seu comportamento ao longo do tempo foram bastante variados, em função do tamanho do fragmento florestal e diversidade da paisagem local. Verificou-se que na cultura da soja há uma maior ocorrência de *Euschistus heros* nas proximidades do fragmento de mata, independente da condição local, não havendo relação entre parasitismo de adultos do percevejo e a distância da mata. Em agroecossistemas simplificados (baixa diversidade de paisagem), com soja, houve maior mortalidade de lagartas por parasitoides e patógenos próximo ao fragmento de mata; enquanto em agroecossistemas complexos (alta diversidade de paisagem) não houve diferença. Em agroecossistemas simplificados os insetos fitófagos associados ao milho tendem a apresentar menores populações próximo ao fragmento, resultando em menos injúrias às plantas. Em áreas de milho com fragmento de mata pequenos, a ocorrência de inimigos naturais e a taxa de parasitismo de *S. frugiperda* não apresentam relação com distância do fragmento, mas sim com locais de maior concentração de insetos fitófagos (relação de densodependência). Em agroecossistemas simplificados, mas com fragmentos maiores, existe predominância de inimigos naturais próximo à mata, tanto em cultivo de soja como milho.

Palavras-chave: Controle biológico conservacionista. Agroecossistema. Predadores. Parasitoides. Diversidade de espécies.

HOSHINO, Adriano Thibes. **Influence of woody vegetation on phytophagous insects and natural enemies in soybean and corn.** 2010. 158 f. Dissertation (Master's degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the influence of adjacent woody vegetation on phytophagous insects and natural enemies populations in soybean and maize fields. Two transects were established near (25m) and far (525m) from the woody adjacent vegetation in each of three soybean and maize fields. Each transect consisted of 10 sampling points 10m apart each other, where the following assessments were carrying on: a) phytophagous insects and natural enemies counting, found in sampling for soybeans, or observed on maize whorls; b) host mortality by parasitism or pathogen (only the most abundant phytophagous insects in soybean and corn), through hosts maintenance in laboratory; c) incidence and severity of injury, caused by *Spodoptera frugiperda* in maize whorls. One Malaise trap was installed in each transect to access the movement of natural enemies. The statistical analysis compared transects or Malaise data for each area separately. Presences of phytophagous insects and natural enemies, incidence and injury severity, were compared using Student's t test or Mann-Whitney. Parasitism was compared using Binomial test for two proportions. The number of natural enemies in Malaise traps was compared using Chi-Squared test, and its diversity calculated by Shannon-Wiener (H') index. Phytophagous insects and natural enemies' populations and its fluctuation were influenced by size of woody vegetation fragment as well local landscape variety. *Euschistus heros* population was higher in soybean near the woody vegetation, regardless of local conditions. Adults' parasitism in this species was not related to woody vegetation distance. Simplified soybean fields (low landscape diversity), presented higher caterpillar mortality, by parasitoid and pathogen, near woody vegetation. However, in more complex agrosystems (high landscape diversity), no difference was found. Simplified maize fields presented lower population density of phytophagous insects near woody vegetation, resulting in reduced injury of the maize whorls. Presence of small sized woody fragments adjacent to cornfields did not affect natural enemies' population or parasitism rate of *S. frugiperda*. In this condition, density of phytophagous insects (hosts) was the main influence to those variables. However, presence of larger woody fragment increased natural enemies' population on soybean or corn crop nearby natural vegetation.

Keywords: Conservation biological control. Agroecosystems. Predator. Parasitoid. Species diversity.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Insetos fitófagos associados a cultura da soja	30
Quadro 2 – Inimigos naturais que ocorrem na cultura da soja.....	34
Quadro 3 – Fitófagos associados a cultura do milho	37
Quadro 4 – Inimigos naturais que ocorrem na cultura da milho.....	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Localização, especificações fitotécnicas e tamanho de fragmento de mata das áreas de estudo situadas na região Norte do Paraná, 200957
- Tabela 2** – Percentual de lagartas (*Anticarsia gemmatalis* + *Pseudoplusia includens*) não parasitadas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*); coletadas em transecto perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos diferentes estádios fenológicos da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR69
- Tabela 3** – Parasitismo de adultos de *Euschistus heros* coletados em transecto perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos diferentes estádios fenológicos da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....70
- Tabela 4** – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura da soja (safra 2008/2009) durante o período de V7 a R6. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....75
- Tabela 5** – Estimativa do índice fisiográfico da área “Soja 1”, safra 2008/2009, Ibiporã-PR77
- Tabela 6** – Percentual de *Pseudoplusia includens* vivas (que atingiram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*), coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, no estádio fenológico R6 da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR83
- Tabela 7** – Percentual de parasitismo em *Euschistus heros* parasitados, coletadas em transectos perto (25m) e longe da borda da mata (525m), nos estádios fenológicos R6 e R8 da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR84
- Tabela 8** – Estimativa do índice fisiográfico da área “Soja 2”, safra 2008/2009, Ibiporã-PR86

- Tabela 9** – Percentual de lagartas (*Anticarsia gemmatalis* + *Pseudoplusia includens*): vivas (atingiram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*); coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos estádios fenológicos R3 e R5 da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....94
- Tabela 10** – Percentual de parasitismo em adultos de *Euschistus heros* , coletados em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos estádios fenológicos da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....95
- Tabela 11** – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura da soja (safra 2008/2009) durante o período de R1 a R7, capturados por armadilha Malaise próxima (25m) e distante (525m) da borda da mata. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....98
- Tabela 12** – Estimativa do índice fisiográfico da área “Soja 3”, safra 2008/2009, Ibiporã-PR 100
- Tabela 13** – Percentual de *Spodoptera frugiperda* vivas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*). coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, no estádio fenológico V11 da cultura do milho, segunda safra 2009. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR... 105
- Tabela 14** – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura do milho (segunda safra 2009) durante o período de V14 a R2. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR..... 110
- Tabela 15** – Estimativa do índice fisiográfico da área “Milho 1”, segunda safra 2009, Ibiporã-PR 112
- Tabela 16** – Percentual de *Spodoptera frugiperda* vivas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*), coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, ao longo dos estádios fenológicos da cultura do milho, segunda safra 2009. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR..... 118

- Tabela 17** – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura do milho (segunda safra 2009) durante o período de V7 a R5. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR 125
- Tabela 18** – Estimativa do índice fisiográfico da área “Milho 2”, segunda safra 2009, Ibiporã-PR 127
- Tabela 19** – Percentual de *Spodoptera frugiperda* vivas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*), coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos estádios fenológicos V12 e V16 da cultura do milho, segunda safra 2009. Área “Milho 3”, Rolândia-PR 131
- Tabela 20** – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura do milho (segunda safra 2009) durante o período de V14 a R2. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR.. 137
- Tabela 21** – Estimativa do índice fisiográfico da área “Milho 3”, segunda safra 2009, Rolândia-PR 139

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Esquema das áreas de estudo. Onde: as “casinhas” em azul representam as armadilhas de interceptação de vôo (Malaise), as linhas amarelas os transectos e, os círculos vermelhos os pontos de avaliação58
- Figura 2** – Tipos de notas atribuídas às plantas conforme a integridade do cartucho do milho em relação ao ataque de *S. frugiperda*, de acordo com a escala de Carvalho (1970). Onde: Nota 1 - cartucho sem dano; Nota 2 - cartucho com folhas raspadas; Nota 3 - cartucho com folhas furadas; Nota 4 - coalescência dos furos, cartucho com folhas rasgadas; Nota 5 - folhas altamente comprometidas, cartucho muito danificado60
- Figura 3** – Armadilha Malaise instalada sobre cultivo de milho safrinha. Londrina-PR, 200961
- Figura 4** – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 1”, Iporã-PR.....64
- Figura 5** – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 1”, Iporã-PR.....65

- Figura 6** – Número médio (n=10) de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Lagartas coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR66
- Figura 7** – Número médio (n=10) de *E. heros* coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Percevejos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....67
- Figura 8** – Frequência relativa dos principais insetos fitófagos associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R2 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....67
- Figura 9** – Frequência relativa dos principais artrópodes predadores associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R2 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....68
- Figura 10** – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....72

- Figura 11** – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....73
- Figura 12** – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR75
- Figura 13** – Croqui da área “Soja 1”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250m$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Soja safra 2008/2009, Ibiporã-PR76
- Figura 14** – Número médio ($n=10$) de insetos fitófagos coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (†) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR.....79
- Figura 15** – Número médio ($n=10$) de artrópodes predadores coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (mw) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-

valores com o sinal ([†]) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR.....79

- Figura 16** – Número médio (n=10) de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Lagartas coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR.....80
- Figura 17** – Número médio (n=10) de *E. heros* coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Percevejos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR.....81
- Figura 18** – Frequência relativa dos principais insetos fitófagos associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R6 e R8 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 2”, Ibiporã-PR.....81
- Figura 19** – Frequência relativa dos principais artrópodes predadores associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R6 e R8 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 2”, Ibiporã-PR.....82
- Figura 20** – Croqui da área “Soja 2”. Os círculos (raio = 250m) representam as áreas de amostragem que continham os transectos, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Soja safra 2008/2009, Ibiporã-PR85

- Figura 21** – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....88
- Figura 22** – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 3”, Rolândia-PR89
- Figura 23** – Número médio (n=10) de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Lagartas coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. P-valores com sinal “-” indicam que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....90
- Figura 24** – Número médio (n=10) de *E. heros* coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Percevejos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância

- do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....91
- Figura 25** – Frequência relativa dos principais insetos fitófagos associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante todo o período de R1 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....91
- Figura 26** – Frequência relativa dos principais artrópodes predadores associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante todo o período de R1 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 3”, Rolândia-PR92
- Figura 27** – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 3”, Rolândia-PR96
- Figura 28** – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 3”, Rolândia-PR97
- Figura 29** – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes,

- diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 3”, Rolândia-PR.....98
- Figura 30** – Croqui da área “Soja 3”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Soja safra 2008/2009, Rolândia-PR.....99
- Figura 31** – Número médio ($n=10$) de insetos fitófagos coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR102
- Figura 32** – Número médio ($n=10$) de artrópodes predadores coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR103
- Figura 33** – Frequência relativa dos principais fitófagos associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR.....103
- Figura 34** – Frequência relativa dos principais predadores associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR104

- Figura 35** – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com sinal de ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. P-valor indica a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR 105
- Figura 36** – nota média (n=400) de severidade de ataque de *s. Frugiperda* dada às plantas de milho (segunda safra 2009). Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. P-valor com o sinal (†) indica a significância do teste t de student. Área “milho 1”, ibiporã-pr 106
- Figura 37** – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com diferentes notas atribuídas ao ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. P-valor indica a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR..... 106
- Figura 38** – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR 107
- Figura 39** – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Parasitoides coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a

- significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR 108
- Figura 40** – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR..... 109
- Figura 41** – Croqui da área “Milho 1”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250m$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Milho segunda safra 2009, Ibiporã-PR 111
- Figura 42** – Número médio ($n=10$) de insetos fitófagos coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (mw) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (t) indicam a significância do teste t de Student. Sinal (-) indica que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR..... 114
- Figura 43** – Número médio ($n=10$) de artrópodes predadores coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (mw) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (t) indicam a significância do teste t de Student. Sinal (-) indica que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR..... 115

- Figura 44** – Frequência relativa dos principais fitófagos associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V6 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR 115
- Figura 45** – Frequência relativa dos principais predadores associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V6 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR 116
- Figura 46** – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com sinal de ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR 119
- Figura 47** – Nota média (n=400) de severidade de ataque de *S. frugiperda* dada às plantas de milho (segunda safra 2009). Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (†) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR 120
- Figura 48** – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com diferentes notas atribuídas ao ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR..... 121

- Figura 49** – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR123
- Figura 50** – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR124
- Figura 51** – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR125
- Figura 52** – Croqui da área “Milho 2”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250m$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Milho segunda safra 2009, Ibiporã-PR126
- Figura 53** – Número médio ($n=10$) de insetos fitófagos coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos

com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Sinal (-) indica que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Milho 3”, Rolândia-PR..... 128

Figura 54 – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 3”, Rolândia-PR 129

Figura 55 – Frequência relativa dos principais fitófagos associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R3 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR 129

Figura 56 – Frequência relativa dos principais predadores associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R3 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR 130

Figura 57 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com sinal de ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 3”, Rolândia-PR 132

Figura 58 – Nota média (n=400) de severidade de ataque de *S. frugiperda* dada às plantas de milho (segunda safra 2009). Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados

pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 3”, Rolândia-PR 133

Figura 59 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com diferentes notas atribuídas ao ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 3”, Rolândia-PR..... 134

Figura 60 – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 3”, Rolândia-PR..... 136

Figura 61 – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 3”, Rolândia-PR..... 136

Figura 62 – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da

mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 3”, Rolândia-PR 137

Figura 63 – Croqui da área “Milho 3”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Milho segunda safra 2009, Rolândia-PR..... 138

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	26
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1.1 A cultura da soja.....	29
2.1.2 Principais fitófagos associados à cultura da soja.....	30
2.1.3 Principais inimigos naturais ocorrentes em soja.....	33
2.2.1 A cultura do milho.....	35
2.2.2 Principais fitófagos associados a cultura do milho.....	36
2.2.3 Principais inimigos naturais ocorrentes em milho.....	39
2.3.1 O controle biológico.....	41
2.3.2 Atuação do controle biológico.....	42
2.3.3 Controle biológico aplicado.....	43
2.3.4 Controle biológico natural.....	46
2.4.1 Papel das áreas de refúgio.....	49
2.4.2 Suplementação de alimentos.....	51
2.4.3 Fornecimento de presas e hospedeiros alternativos.....	52
2.4.4 Locais de refúgio na entressafra, inverno ou períodos secos.....	53
3 HIPÓTESE	54
4 OBJETIVO	55
5 MATERIAL E MÉTODOS	56
5.1 Ambiente de estudo.....	56
5.2 Delineamento experimental.....	57
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
6.1.1 Área de soja – Soja 1.....	63
6.1.2 Área de soja – Soja 2.....	78
6.1.3 Área de soja – Soja 3.....	86
6.2.1 Área de milho – Milho 1.....	101
6.2.2 Área de milho – Milho 2.....	113

6.2.3 Área de milho – Milho 3	127
7 CONCLUSÕES	140
8 ANEXOS	142
8.1 Anexo I – Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009), totalizando 9 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.....	142
8.2 Anexo II – Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009), totalizando 9 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Soja 3”, Rolândia-PR	144
8.2 Anexo III – Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (safrinha 2009), totalizando 5 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR	146
8.4 Anexo IV – Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (safrinha 2009), totalizando 10 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR	148
8.5 Anexo V – Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (safrinha 2009), totalizando 5 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR.....	150
REFERÊNCIAS	152

1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como grande produtor de grãos, tendo boa parte de sua economia firmada no setor primário. Dentre os grãos, podem ser destacados pela sua importância, soja e milho, ambos considerados *commodities*, e produzidos em larga escala com características uniformes. Possuem cotação e negociabilidade global nas bolsas de mercadorias, e tem seus preços definidos pelo mercado internacional. O país produziu 57 milhões de toneladas de soja em 2009, ocupando uma área de 21,8 milhões de hectares; para o milho foram 51,2 milhões de toneladas em uma área de 13,8 milhões de hectares (IBGE, 2010). O Paraná tem contribuído fortemente para que se alcance estes valores. O estado é o segundo maior produtor de soja, perdendo apenas para o estado de Mato Grosso, com participação de 16,5% a nível nacional. Para a produção de milho ocorre o inverso, pois o Paraná é o maior produtor, seguido pelo estado de Mato Grosso, e tem participação de 21,8% a nível nacional; segundo dados de 2009 (IBGE, 2010).

Contudo, tanto a soja como o milho tem sua produção limitada, entre outros fatores, pela ação de insetos fitófagos que assumem *status* de pragas, e são favorecidas pelo desequilíbrio do ambiente, sendo muitas vezes oriundas do próprio sistema de cultivo adotado, como monocultivo extencionista (BARROS, 1996; LANDIS, 1994).

Entre os principais insetos fitófagos da cultura da soja podemos citar: os lepidópteros como a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) e a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*); os hemipteras-heteroptera como o percevejo verde (*Nezara viridula*), percevejo verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*) e percevejo marrom (*Euschistus heros*); há ainda outros insetos fitófagos que causam dano em determinadas regiões e condições climáticas, e que podem eventualmente assumir condições de pragas-chaves, como alguns coleópteros e hemiptera-sternorrhyncha (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

Para a cultura do milho temos os lepidópteros como principais insetos fitófagos (assumindo *status* de pragas-chave), com destaque para *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea*; hemipteras-heteroptera como o percevejo barriga-verde *Dichelops* spp. (EMBRAPA, 2008a). Há outros insetos que podem causar injúrias, mas que para atingir nível de praga-chave dependerá de um conjunto de condições favoráveis.

Visando minimizar o efeito desses insetos fitófagos, tem-se adotado um conjunto de estratégias unificadas para a reduzir suas populações a níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico, o que compõe o manejo integrado de pragas (MIP). Este engloba áreas de ação como o controle genético pelo desenvolvimento de variedades mais tolerantes; controle cultural e mecânico; época de cultivo; controle biológico com a utilização de inimigos naturais; e o controle químico aplicado de forma criteriosa e racional, tendo por base o monitoramento e manejo da resistência de insetos.

A utilização do MIP visa ainda tornar mais sustentável o agroecossistema. Dentre as várias estratégias do MIP, atenção especial tem sido dada a utilização dos agentes de controle biológico, que fundamenta-se no aproveitamento das relações ecológicas antagônicas existentes entre os organismos, buscando favorecer os inimigos naturais (predadores, parasitoides e patógenos), dos fitófagos, de forma que não alcancem o *status* de praga.

Para favorecer os agentes de controle, um conjunto de estratégias pode ser adotada, tais como: cultivo em consórcio; utilização de cercas vivas ao redor da lavoura e faixas com plantas atrativas; utilização de corredores biológicos e conservação de áreas de refúgio como fragmentos de mata nativa. Todas estas estratégias possuem um ponto em comum, que é a heterogeneidade de vegetação, que repercute numa maior diversidade e melhor distribuição das espécies de insetos benéficos (ALTIERI *et al.*, 2003).

A heterogeneidade de vegetação fornece aos inimigos naturais dois recursos de suma importância. Um deles é abrigo durante períodos de diapausa (considerando uma escala temporal maior), ou abrigo nos momentos em que os insetos não estão executando forrageamento em busca de presas ou hospedeiros. O outro é alimento, já que os inimigos naturais, na sua maioria, não sobrevivem se alimentando exclusivamente de suas presas ou hospedeiros, principalmente no que se refere aos parasitoides; eles dependem de fontes protéicas e energéticas supridas pelo pólen e néctar ofertado pela vegetação (ALTIERI *et al.*, 1993; LANDIS, 1994), fato este não observado numa condição de monocultura.

Considerando o movimento de inimigos naturais a partir da vegetação de entorno para dentro do campo de cultivo, Baxter (1979) verificou maiores níveis de controle biológico nos locais próximos a vegetação nativa, quando comparado a áreas centrais do plantio; demonstrando que as áreas de cultivo

próximas a vegetação natural apresentam maior riqueza de inimigos naturais e, portanto, controle biológico mais efetivo (SOLOMON, 1981). Dessa forma, verifica-se a grande importância de estudos sobre as interações entre fragmentos de mata nativa e os cultivos adjacentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1.1 A Cultura da Soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura que tem por centro de origem a China, sendo cultivada há cerca de cinco mil anos no continente asiático (EMBRAPA, 2009). Somente no começo do século 20 ocorreram os primeiros cultivos de soja no Rio Grande do Sul, passando a ter destaque no cenário econômico por volta de 1960, com gradativo aumento de área cultivada. Mas foi por volta de 1980, que a cultura se expandiu para o Brasil central e, daí em diante, sua importância econômica estava consolidada, configurando atualmente o Brasil como o segundo maior produtor mundial (RIBEIRO *et al.*, 2005; FAO, 2010).

Dados da Companhia Nacional de Abastecimento mostram que a soja tem uma importante participação nas exportações brasileiras; em 2009 foram US\$ 17,3 bilhões, o que representou 11,3% do total exportado (CONAB, 2010). Tais fatos revelam a importância econômica da soja, que é um grão com múltipla empregabilidade.

No aspecto alimentar a soja pode ser utilizada das seguintes formas: a) farelo - sendo uma rica fonte de proteína para animais; b) óleo - seja de salada, de cozinha ou de fritura, ou ainda componentes de maioneses e margarinas; c) farinha - utilizada na produção de cereais, pães, biscoitos, massas; d) proteína texturizada - sendo substituto da carne, produtos finos de carne etc; e) lecitina - empregada como emulsificador versátil na produção de produtos ricos em gorduras e óleos, como o chocolate, margarinas e produtos de panificação, além disso ser usada como agente estabilizador em banhas; f) grãos inteiros - que podem ser cozidos, assados, tostados ou ingeridos como broto de soja, servem também para a produção de “leite”, iogurte, sorvete, tofu, tempeh, missô e molho de soja; g) casca de soja - como fonte de fibras de cereais matinais e de certos lanches prontos (FBCI, 2009).

No setor industrial a soja tem aplicações como: óleo - como tinta de caneta, tintas de pintura em geral, xampus, sabões, detergentes e, mais recentemente como biodiesel; farinha - empregada como revestimentos de papel; lecitina - utilizada como agente umectante em cosméticos (FBCI, 2009).

Em sistemas de produção agrícola a soja apresenta capacidade de fixar biologicamente elevadas quantidades de nitrogênio. (HUNGRIA *et al.*, 1994).

2.1.2 Principais Fitófagos Associados a Cultura da Soja

A cultura da soja é atacada por diferentes espécies de insetos fitófagos, que quando em populações elevadas causam perdas significativas. A classificação de uma espécie ou outra como praga principal, secundária, ou esporádica é função das condições climáticas e ecológicas de cada região, bem como da presença de seus inimigos naturais.

De modo geral os insetos fitófagos associados à cultura da soja podem ser agrupados conforme a parte da planta que atacam, sendo então: fitófagos que atacam as folhas; fitófagos que atacam vagens e grãos; fitófagos que atacam plântulas, hastes e pecíolos; e fitófagos que atacam raízes.

Os fitófagos mais comumente encontrados na soja estão relacionados no quadro 1.

Quadro 1 – Insetos fitófagos associados a cultura da soja

Órgão da planta que atacam	Ordem	Familia	Organismo praga
Folhas	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
			<i>Pseudoplusia includens</i>
		Pyralidae	<i>Omiodes indicata</i>
	Coleoptera	Curculionidae	<i>Aracanthus mourei</i>
			<i>Sternechus subsignatus</i>
		Chrysomelidae	<i>Maecolaspis calcarifera</i>
			<i>Diabrotica</i> spp.
			<i>Cerotoma</i> sp.
	Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella</i> sp.
	Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>
Orthoptera	Acrididae	<i>Rhammatocerus schistocercoides</i>	
Prostigmata	Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	
	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	
Vagens e grãos	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>
			<i>Piezodorus guildinii</i>
			<i>Euschistus heros</i>
			<i>Dichelops</i> spp.
Órgão da planta que atacam	Ordem	Familia	Organismo praga
Vagens e grãos	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Thyanta perditor</i>
			<i>Chinavia</i> sp.
			<i>Edessa meditabunda</i>

	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera latifascia</i>
			<i>Spodoptera eridania</i>
		Pyralidae	<i>Maruca testulalis</i>
			<i>Etiella zinckenella</i>
Plântulas, hastes e pecíolos	Coleoptera	Curculionidae	<i>Sternechus subsignatus</i>
			<i>Chalcodermus sp.</i>
		Tenebrionidae	<i>Blapstinus sp.</i>
	Lepidoptera	Pyralidae	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>
		Tortricidae	<i>Epinotia aporema</i>
	-	-	<i>Piolho-de cobra</i>
-	-	<i>Caracóis</i>	
-	-	<i>Lesmas</i>	
Raízes	Coleoptera	Melolonthidae	<i>Phyllophaga cuyabana</i>
			<i>Liogenys suturalis</i>
			<i>Plectris pexa</i>
	Hemiptera	Cydnidae	<i>Scaptocoris castanea</i>
			<i>Scaptocoris carvalhoi</i>
			<i>Scaptocoris buckupi</i>
		Pseudococcidae	<i>Dysmicoccus brevipes</i>

Fonte: Adaptado de Hoffmann-Campo *et al.* (2005).

Dos insetos fitófagos que atacam folhas, os de maior importância (assumindo o status de pragas principais) são: a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) e a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), sendo o período mais crítico de dano após o florescimento da soja (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005; EMBRAPA, 2008c).

A lagarta-da-soja é a praga desfolhadora mais comum da cultura e específica desta, podendo causar desfolhamento de 100%. Os adultos são mariposas de hábito noturno, possuem coloração cinza, marrom, ou bege, tendo como característica uma listra transversal ao longo das asas, que une as pontas do primeiro par. A lagarta é geralmente verde, com estrias longitudinais brancas sobre o dorso, contudo em condições de escassez de alimento a lagarta pode tornar-se escura; nos primeiros instares ela possui apenas dois pares de pseudópodos e locomovem-se “medindo palmo”, além do fato de alimentarem-se apenas do parênquima foliar (não perfurando a folha), podendo ser confundidas com a falsa-medideira; somente a partir do terceiro instar é que a lagarta passa a perfurar a folha

e já possui quatro pseudópodos abdominais e um terminal (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

A lagarta falsa-medideira pode ser encontrada em todas as áreas cultivadas com soja e tem-se observado que sua ocorrência é simultânea à de *A. gemmatalis*. Contudo, não tem sido raro encontrá-las de forma isolada, principalmente durante os primeiros estádios de desenvolvimento da cultura (MORAES *et al.*, 1991). Os adultos são mariposas, de hábito noturno, que possuem a coloração geral acinzentada, com duas manchas prateadas no primeiro par de asas. A lagarta possui cor verde clara, com listras longitudinais brancas no dorso, podendo ter pontuações escuras espalhadas por todo o corpo, e movimenta-se arqueando o corpo como se estivesse “medindo palmos”, devido a possuir, durante toda fase larval, apenas dois pseudópodos abdominais e um terminal. Uma característica peculiar do dano causado por essa lagarta são “folhas rendilhadas”, uma vez que ela não se alimenta das nervuras.

Entre os insetos fitófagos que atacam vagens e grãos, os percevejos pentatomídeos são considerados pragas principais da cultura da soja, causando sérios prejuízos por se alimentarem diretamente das sementes ou por danos que refletem na redução da produção (BELORTE, 2003; GAZZONI, 1998). Há vários pentatomídeos que atacam a cultura da soja, mas segundo Hoffmann-Campo *et al.* (2005) e EMBRAPA (2008c) as espécies que atingem status de pragas principais são: *Nezara viridula* (percevejo verde), *Piezodorus guildinii* (percevejo verde-pequeno) e *Euschistus heros* (percevejo marrom).

Atualmente, o percevejo verde grande é mais comum na região sul do país, devido a sua menor adaptação a climas quentes. Esta espécie é polífaga utilizando várias plantas hospedeiras em período de entre safra, e nas regiões de frio intenso entram e diapausa sob cascas de árvores. O adulto é totalmente verde, com tamanho entre 12 a 15mm de comprimento, seus ovos amarelos são postos em massas regulares de 50 a 100 unidades e assemelha-se a colméias (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

O percevejo verde pequeno tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde a região sul até o norte e nordeste. Estudos mostram que este percevejo prejudica mais a qualidade das sementes e causa maior retenção foliar à soja do que os demais percevejos. O adulto é verde amarelado com uma listra marrom-avermelhada na região do pronoto; com tamanho médio de 10mm de

comprimento, seus ovos são pretos e colocados em fileiras pareadas em número de 10 a 20 por postura (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

Nativo da Região Neotropical, o percevejo marrom está adaptado aos climas mais quentes, sendo a espécie mais abundante do Norte do Paraná ao Centro-Oeste do Brasil. Este percevejo é o menos polífago dentre os principais pentatomídeos pragas, mas assim como o *N. viridula*, no período de entre safra alimenta-se de hospedeiros alternativos e entra em diapausa abrigoando-se sob palhadas. O adulto é marrom escuro, com dois prolongamentos laterais do pronoto em forma de espinho, seus ovos de coloração amarela são colocados em pequenas massas com cinco a oito ovos por postura (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

Outros insetos que aparecem na lavoura, como besouros, cigarrinhas, moscas-brancas, tripes, entre outros, apresentam menor importância econômica, podendo variar sua relevância conforme a região.

2.1.3 Principais Inimigos Naturais Ocorrentes em Soja

Os insetos fitófagos presentes na soja são alvos de outros insetos denominados inimigos naturais, e que em condições ecológicas e ambientais adequadas podem controlar os insetos fitófagos, tornando desnecessárias medidas de controle com inseticidas. Existe uma ampla e heterogênea guilda de inimigos naturais que atuam sobre os insetos fitófagos da cultura da soja, mas que podem ser agrupados em três grandes classes, conforme a relação estabelecida com seus insetos alvos, sendo: predadores, parasitoides e entomopatógenos.

Os inimigos naturais de maior importância, que ocorrem na soja estão relacionados no quadro 2.

Quadro 2 – Inimigos naturais que ocorrem na cultura da soja

Tipo de relação estabelecida	Ordem	Familia	Nome científico	Insetos alvos	
Predadores	Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius</i> sp.	Ovos, pequenas lagartas, pequenas ninfas de percevejos, e outras pragas pequenas	
Tipo de relação estabelecida	Ordem	Familia	Nome científico	Insetos alvos	
Predadores	Hemiptera	Lygaeidae	<i>Geocoris</i> sp.	Ovos, pequenas lagartas, pequenas ninfas de percevejos, e outras pragas pequenas	
		Nabidae	<i>Tropiconabis</i> sp.		
		Pentatomidae	<i>Podisus</i> sp.		
	Coleoptera	Carabidae		<i>Lebia concinna</i>	Pragas diversas
				<i>Callida</i> spp.	
				<i>Calosoma granulatum</i>	
Parasitoides	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Microcharops</i> spp.	Lagartas pequenas de <i>A. gemmatalis</i>	
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> spp	Ovos de <i>A. gemmatalis</i>	
		Encyrtidae	<i>Copidosoma truncatellum</i>	Lagartas de <i>P. includens</i>	
			<i>Hexacladia smithii</i>	Adultos de <i>E. heros</i>	
		Scelionidae	<i>Trissolcus basal</i>	Ovos de percevejo	
	<i>Telenomus podisi</i>				
	Diptera	Tachinidae	<i>Patelloa similis</i>	Lagartas grandes de <i>A. gemmatalis</i>	
			<i>Trichopoda nitens</i>	Percevejos adultos	
Entomopatógenos	Tipo de organismo		Nome científico	Insetos alvos	
	Vírus		<i>Baculovirus</i> (VPNAg)	Lagartas de <i>A. gemmatalis</i>	
	Bactéria		<i>Bacillus thuringiensis</i>	Lagartas	
	Fungo		<i>Nomuraea rileyi</i>		
			<i>Paecilomyces tenuipes</i>		
			<i>Zoophtora radicans</i>	Lagartas de <i>P. includens</i>	
			<i>Pandora gammae</i>		
			<i>Beauveria bassiana</i>	Coleópteros desfolhadores e percevejos	
			<i>Metarhizium anisopliae</i>		
		<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Percevejos e moscas-brancas		

Fonte: adaptado de Hoffmann-Campo *et al.* (2005).

Os predadores são insetos generalistas, que necessitam de várias presas para completar seu ciclo de desenvolvimento. Os predadores citados no Quadro 2 são os mais importantes para a cultura, embora existam outros como por exemplo: formigas, percevejos reduvídeos e aranhas.

Os parasitoides são mais utilizados que os predadores, no controle biológico aplicado, devido ao fato de, em geral, serem mais específicos quanto à amplitude de insetos alvo. Entre os parasitoides ocorrentes na cultura da soja, os mais

utilizados no controle biológico aplicado são: *Trissolcus basalís* e *Telenomus podisi*, sendo criados em laboratório para soltura em campo, para o controle de ovos dos percevejos *N. viridula* e *E. heros*, respectivamente (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

Entre os entomopatógenos destacam-se o *Baculovirus anticarsia* (Vírus de Poliedrose Nuclear *Anticarsia gemmatalis* - VPNAg) e o fungo *Nomuraea rileyi*. VPNAg é um dos entomopatógenos mais utilizados no controle biológico aplicado, devido à sua alta especificidade para *A. gemmatalis*; por ser inócuo a outros insetos benéficos, e pela facilidade de obtenção e manipulação. *N. rileyi*, é uma fungo que ataca diversas lagartas, sua importância se deve ao fato da elevada virulência que possui, sendo capaz de dizimar populações inteiras de lagartas sob condições ambientais favoráveis (umidade relativa maior que 80%), e pela alta prevalência sob condições favoráveis (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2005).

2.2.1 A Cultura do Milho

O milho (*Zea mays*) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, originária provavelmente do México, por onde passou por domesticação e seleção de diversas raças há mais de 7000 anos atrás (PATERINANI *et al.* 2000). Ele constitui um dos principais cereais cultivados no mundo, sendo utilizado com destaque na alimentação animal, tanto na forma “in natura”, como na forma de farelo, ou silagem. Na alimentação humana, o milho é comumente empregado na forma “in natura”, como milho verde, e na forma de produtos manufaturados, como pão, farinha e massas (PINAZZA,1993; FANCELLI, NETO, 2004). Mais recentemente o milho entrou no cenário dos biocombustíveis, contudo sua viabilidade no aspecto energético e ambiental tem sido questionada (REVISTA RURAL, 2008).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, produzindo 58,9 milhões de toneladas em 2008, estando atrás apenas dos EUA e China, que produziram 307,1 e 166 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2010). A produção de milho no Brasil tem se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, ou primeira safra, são realizados durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul até os meses de outubro e novembro no Sudeste e Centro Oeste, sendo que no Nordeste este período ocorre no início do ano. A safrinha, ou segunda safra, refere-se ao milho de

sequeiro, plantado em fevereiro ou março, após soja precoce; este cultivo é predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo.

O milho é cultivado em praticamente todo o território nacional, sendo que na safra de 2009 quase 90% da produção concentrou-se nas regiões Sul (37%), Centro-Oeste (30%) e Sudeste (21%) (IBGE, 2010). Em 2009 essa cultura teve uma participação nas exportações brasileiras de US\$ 1,3 bilhões, o que representou 0,8% do total exportado (CONAB, 2010).

2.2.2 Principais Fitófagos Associados à Cultura do Milho

Com a expansão da cultura do milho tem-se um aumento dos problemas entomológicos, os quais podem afetar significativamente o potencial produtivo da cultura. Desse modo, é possível encontrar em determinada região ou ano agrícola, insetos fitófagos com capacidade de comprometer a semente logo após a semeadura, ou a plântula antes ou após a emergência. Em função da espécie de inseto e da época de ataque, pode não ocorrer à morte da planta e sim uma redução parcial de sua capacidade de produção. Contudo, é possível haver ataques por mais de uma espécie de insetos fitófagos, causando danos e perdas elevadas à cultura (CRUZ *et al.*, 1997).

Neste contexto, Gassen (1996) considera que a ocorrência de insetos assumindo o status de praga na lavoura é regulada por vários fatores, destacando-se o clima, a sucessão de culturas, o manejo de solo, o uso de inseticidas e a ocorrência de inimigos naturais. Esses fatores podem influenciar, de forma isolada ou associada, dificultando a explicação dos fenômenos relacionados ao aparecimento de surtos de pragas nas lavouras.

Os insetos fitófagos associados a cultura do milho podem ser agrupadas conforme a época em que ocorre na cultura (EMBRAPA, 2008a), em: fitófagos dos estágios iniciais, fitófagos do estágio vegetativo e fitófagos do estágio reprodutivo, como relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 – Fitófagos associados a cultura do milho

Época em que ocorre	Ordem	Familia	Organismo praga
Estádios iniciais	Isoptera	Termitidae	<i>Procorniterms</i> sp.
			<i>Cornitermes</i> sp.
		<i>Syntermes</i> sp.	
	Coleoptera	Rhinotermitidae	<i>Heterotermes</i> sp.
		Melolonthidae	<i>Phyllophaga</i> spp.
			<i>Diloboderus abderus</i>
<i>Eutheola humilis</i>			
Época em que ocorre	Ordem	Familia	Organismo praga
Estádios iniciais	Coleoptera	Melolonthidae	<i>Dyscinetus dubius</i>
			<i>Stenocrates</i> sp.
			<i>Liogenys</i> sp.
			<i>Cyclocephala</i> sp.
		Elateridae	<i>Conoderus</i> spp.
		Dasytidae	<i>Astylus variegatus</i>
	Chrysomelidae	<i>Diabrotica</i> spp.	
	Hemiptera	Cydnidae	<i>Scaptocoris castanea</i>
			<i>Atarsocoris brachiariae</i>
		Pentatomidae	<i>Dichelops furcatus</i>
			<i>Dichelops melacanthus</i>
	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i>
			<i>Agrotis subterranea</i>
		Pyralidae	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella williamsi</i>	
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus assimillis</i>	
Estádio vegetativo	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>
			<i>Spodoptera eridania</i>
			<i>Spodoptera cosmioides</i>
			<i>Spodoptera exigua</i>
			<i>Mocis latipes</i>
		Crambidae	<i>Diatraea saccharalis</i>
	Hemiptera	Aphididae	<i>Rhopalosiphum maidis</i>
		Cicadellidae	<i>Dalbulus maidis</i>
		Delphacidae	<i>Peregrinus maidis</i>
		Cercopidae	<i>Deois flavopicta</i>
			<i>Deois schach</i>
		Coreidae	<i>Leptoglossus zonatus</i>
	Orthoptera	Acrididae	<i>Schistocerca</i> sp.
			<i>Rhammatocerus</i> sp.
Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta</i> sp.	
		<i>Acromyrmex</i> sp.	
Prostigmata	Tetranychidae	<i>Tetranychus uticae</i>	
		<i>Oligonychus zeae</i>	
	Diptilomiopidae	<i>Catarhinus tricholaenae</i>	
Estádio reprodutivo	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>
			<i>Helicoverpa zea</i>
	Diptera	Otitidae	<i>Euxesta</i> spp.

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2008a).

Destaca-se a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) como o mais importante (assumindo *status* de praga chave) pela sua prevalência nas áreas de cultivo, tanto no verão como em safrinha, ocorrendo em todo o Brasil, e também pelo fato dela atacar tanto no estágio vegetativo como reprodutivo da cultura (CRUZ, 1995; EMBRAPA, 2008a). Quando ataca plantas de até 30 dias, pode causar sua morte e reduzir o estande inicial. Em plantas maiores, pode comprometer a produtividade ao alimentar-se do parênquima das folhas, do broto central da planta e dos grãos da espiga (CRUZ *et al.*, 1999 apud FIGUEIREDO, 2006).

As massas de ovos de *S. frugiperda* são postas geralmente em duas camadas (em média 150 unidades), protegidos por escamas produzidas pela própria fêmea. Após emergirem, as lagartas de primeiro instar alimentam-se, preferencialmente das folhas mais novas, deixando-as raspadas. Conforme vão se passando os ínstares, fazem buracos nas folhas, podendo destruir completamente o cartucho (CRUZ, 1995; GALLO *et al.*, 2002; PINTO *et al.*, 2004). Por apresentar comportamento canibal, é comum encontrar apenas uma lagarta grande por cartucho; estas podem ainda se alimentar do colmo, pendão floral, estilo-estigmas, e quando penetram na espiga danificam diretamente os grãos (CRUZ, 1995; PINTO *et al.*, 2004).

A duração larval de *S. frugiperda* varia de 12 a 30 dias, dependendo da temperatura; findo esse período, empupam no solo, para posterior emergência dos adultos. As mariposas, não são ativas durante o dia, sendo sua atividade de vôo realizada próximo ao pôr-do-sol e o acasalamento de duas a quatro horas mais tarde (CRUZ, 1995).

Os prejuízos não estão relacionados à ausência de tratamento fitossanitário, pois o número de aplicações tem aumentado ao longo dos anos. Em algumas regiões, é comum a utilização de mais de cinco pulverizações de inseticidas durante a safra. Há preocupação com a ocorrência de populações resistentes aos produtos químicos, verificadas em algumas regiões, e a diminuição da diversidade de agentes de controle biológico, em consequência do uso inadequado dos produtos fitossanitários (CRUZ, 1995).

Outro inseto fitófago de importância na cultura do milho é a lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*), principalmente no caso de produção de milho verde e milho doce, visto que o dano está relacionado mais com o aspecto visual do produto; onde as infestações podem ser superiores a 90% (PINTO *et al.*, 2004). Tipicamente

o inseto coloca seus ovos isoladamente nos estilos-estigmas, local onde as lagartas recém-nascidas iniciam a injúria, podendo ocasionar falhas na polinização; a medida que a lagarta se desenvolve, dirige-se à ponta da espiga, para se alimentar dos grãos em formação. Esta lagarta também apresenta hábito canibal, quando bem desenvolvida encontra-se normalmente apenas uma lagarta por espiga. Sua coloração é muito variável (esbranquiçada, verde, amarelada, marrom e preta). Do mesmo modo que a *S. frugiperda*, a lagarta-da-espiga empupa no solo, e o adulto mede cerca de 3 a 4cm de envergadura com asas anteriores esverdeadas (EMBRAPA, 2008a; PINTO *et al.*, 2004).

2.2.3 Principais Inimigos Naturais Ocorrentes em Milho

Os insetos fitófagos associados à cultura do milho possuem diversos inimigos naturais, que quando favorecidos por manejo fitossanitário recomendado e condições ambientais adequadas, podem exercer controle significativo sobre alguns fitófagos. Os mais variados tipos de inimigos naturais ocorrem na cultura do milho, agrupados da mesma forma como já relacionado na cultura da soja a cultura da soja, em: predadores, parasitoides e entomopatógenos. Os inimigos naturais de maior importância, que ocorrem na cultura do milho estão relacionados no quadro 4.

Quadro 4 – Inimigos naturais que ocorrem na cultura da milho

Tipo de relação estabelecida	Ordem	Familia	Nome científico	Insetos alvos
Predadores	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Pulgões, ácaro, ovos e lagartas de primeiros instares.
			<i>Hippodamia convergens</i>	
			<i>Scymnus</i> sp.	
			<i>Stethorus</i> sp.	
			<i>Coleomegilla maculata</i>	
			<i>Eriopis connexa</i>	
			<i>Olla v-nigrum</i>	
		Carabidae	<i>Calosoma</i> spp.	Lagartas e pupas.
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla externa</i>	Pulgões, ácaros, cochonilhas, ninfas de cigarrinhas, tripes, ovos e larvas pequenas de lepidópteros, ovos e larvas de besouros, larvas de dípteros e até fases imaturas de outros inimigos naturais.
			<i>Ceraeochrysa caligata</i>	
	Hemerobiidae	hemerobídeos (s/ ident.)		
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Podisus</i> spp.	Pragas diversas.	

			<i>Eocanthecona furcellata</i>	
Tipo de relação estabelecida	Ordem	Familia	Nome científico	Insetos alvos
Predadores	Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.	Pragas diversas.
			<i>Heza</i> sp.	
			<i>Sycanus indagator</i>	
		Anthocoridae	<i>Orius</i> sp.	Ovos, pequenas lagartas, tripes, ácaros e pulgões.
		Lygaeidae	<i>Geocoris</i> sp.	
	Nabidae	<i>Nabis</i> sp.	Pulgões, ovos de mariposas e lagartas.	
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru luteipes</i>	Ovos, pequenas lagartas, pupas de pequenos lepidópteros, e pulgões.
			<i>Doru lineare</i>	
		Labiduridae	<i>Euborelia annulipes</i>	
	Ditera	Syrphidae	sirfídeos (s/ ident.)	Pulgões
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes versicolor</i>	Lagartas	
	Sphecidae	<i>Sycanus indagator</i>		
Parasitoides	Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Ovos de <i>S. frugiperda</i> , <i>H. zea</i> e <i>D. saccharalis</i>
			<i>Trichogramma atopovirilia</i>	Ovos de <i>S. frugiperda</i>
			<i>Trichogramma galloi</i>	Ovos de <i>D. saccharalis</i>
		Scelionidae	<i>Telenomus remus</i>	Ovos de <i>S. frugiperda</i>
		Encyrtidae	<i>Ooencyrtus</i> sp.	Ovos de <i>L. zonatus</i>
		Braconidae	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Pulgões
			<i>Aphidius</i> spp.	
			<i>Aphelinus</i> spp.	
			<i>Chelonus insularis</i>	Ovos de <i>S. frugiperda</i> , <i>S. exigua</i> , <i>H. zea</i> , <i>E. lignosellus</i>
			<i>Exasticolus fuscicornis</i>	Lagartas jovens de <i>S. frugiperda</i>
			<i>Apanteles</i> sp.	Lagartas
			<i>Zelle millea</i>	
			<i>Rogas</i> spp.	
			<i>Meteorus</i> spp.	
			<i>Cotesia flavipes</i>	Lagartas de <i>D. saccharalis</i>
		<i>Centistes</i> spp.	<i>D. speciosa</i>	
		Chalcididae	<i>Brachymeria ovata</i>	Lagartas de <i>S. frugiperda</i>
			<i>Spilochalcis</i> sp.	Lagartas de <i>M. latipes</i>
		Ichneumonidae	<i>Enicospilus</i> sp.	Lagartas de <i>S. frugiperda</i>
			<i>Eiphosoma vitticole</i>	
<i>Ophion bilineata</i>				
<i>Temelucha difficilis</i>				
<i>Diapetimorpha introita</i>				
<i>Cryptus albitarsis</i>				
<i>Diadegma</i> sp.				
Ichneumonidae	<i>Campoletis</i> spp.	Lagartas jovens de <i>S. frugiperda</i>		
Tipo de relação estabelecida	Ordem	Familia	Nome científico	Insetos alvos
Parasitoides	Hymenoptera	Eulophidae	<i>Euplectrus</i> spp.	Lagartas de <i>S. frugiperda</i>

	Diptera	Tachinidae	<i>Architas incertus</i>	Lagartas grandes
			<i>Patelloa</i> sp.	
			<i>Celatoria</i> spp.	Aduto de <i>D. speciosa</i>
			<i>Trichopoda</i> sp.	Adulto de <i>N. viridula</i>
		Sarcophagidae		<i>Sarcophaga georgina</i>	Lagartas de S. frugiperda
Entomopatógenos	Tipo de organismo		Nome científico	Insetos alvos
	Vírus		<i>Baculovirus</i> (VPNSf)	Lagartas de <i>S. frugiperda</i>
	Bactéria		<i>Bacillus thuringiensis</i>	
	Fungo		<i>Beauveria bassiana</i>	
			<i>Beauveria globulifera</i>	
			<i>Nomuraea rileyi</i>	
<i>Botrytis rileyi</i>				

Fonte: Compilação de Pinto *et al.* (2004), EMBRAPA (2008a), Carneiro *et al.* (2004), Cruz (2007), e Bueno (2009).

Dos insetos predadores ocorrentes na cultura do milho, os dermápteros merecem destaque pela capacidade de redução populacional da lagarta-do-cartucho (EMBRAPA, 2008a). Quanto aos parasitoides, os que mais se destacam no controle biológico de *S. frugiperda* são: *Telenomus remus*, *Chelonus insularis*, *Campoletis flavicincta* e *Trichogramma spp*; estes últimos tem sido criados em laboratório para posterior soltura em campo, controlando além da *S. frugiperda* a lagarta-da-espiga (*H. zea*).

2.3.1 O Controle Biológico

Define-se como controle biológico a ação de organismos (biocontroladores) que mantém as densidades de outros organismos (organismo alvo) numa média mais baixa que ocorreria na sua ausência. (BACILIERI *et al*, 2006). Os organismos que atuam como agentes biocontroladores constituem o grupo dos inimigos naturais, que é formado por predadores, parasitoides e patógenos. Já os organismos alvo constituem o grupo dos fitófagos que podem atingir o *status* de pragas, podendo ser denominados presas ou hospedeiros, dependendo da ação de seus inimigos naturais.

Os predadores são aqueles que necessitam de mais de um indivíduo (denominado presa) para seu completo desenvolvimento. São organismos de vida livre em todo o seu ciclo e em geral, maiores que a presa, além de serem pouco específicos em relação às presas. Os parasitoides necessitam de apenas um indivíduo (denominado hospedeiro) para seu completo desenvolvimento. São

organismos que em sua fase larval não possuem vida livre (estão intimamente associados com seu hospedeiro), e em geral são mais específicos em relação aos seus hospedeiros. Já os patógenos são microrganismos causadores de doenças nos organismos alvo, podendo pertencer ao grupo dos fungos, bactérias, protozoários e vírus (GALLO *et al*, 2002; BACILIERI *et al*, 2006).

2.3.2 Atuação do Controle Biológico

O atual apelo por produtos livres de agrotóxicos tem demandado esforços para o uso racional das práticas de controle fitossanitário. E nesse contexto é imprescindível a aplicação do manejo integrado de pragas (MIP), que trata da otimização do controle por meio de medidas múltiplas, que mantêm as populações das pragas abaixo do nível de dano econômico, sem causar prejuízos ao homem, animais e meio ambiente. Entre essas medidas, destaca-se o controle biológico, componente fundamental da natureza, cuja essência está baseada no mecanismo da denso-dependência, em que, o incremento da densidade populacional do “inseto-alvo” (presas ou hospedeiros), permite aos inimigos naturais (predadores, parasitoides e entomopatógenos) aumentarem sua população, e conseqüentemente reduzirem a população do “inseto-alvo”, sendo o alicerce de muitos programas modernos de controle de pragas (GALLO *et al*, 2002; BACILIERI *et al*, 2006).

Assim o controle biológico age como mais um fator limitante do crescimento populacional de um organismo, e na relação de denso-dependência existente entre organismos alvo e seus inimigos naturais, faz com que as populações sejam reguladas dentro de certos limites (denominado nível de equilíbrio). E tirando proveito dessa relação é que o homem faz uso do controle biológico nos agrossistemas, tendo uma influência direta, quando introduz inimigos naturais exóticos (controle biológico clássico) ou manipula criações (controle biológico aplicado), ou uma influência indireta, quando promove melhorias no ambiente de forma a favorecer os inimigos naturais, no caso de controle biológico natural (PARRA *et al*, 2002).

2.3.3 Controle Biológico Aplicado

O controle biológico aplicado conta com a interferência direta do homem, e procura incrementar as interações antagônicas que ocorrem com os seres vivos na natureza. Essa interferência pode ser através da introdução de um biocontrolador de uma região ou um país para o outro, ou da seleção de biocontroladores mais efetivos (BACILIERI *et al*, 2006).

O controle biológico aplicado exige aprimorados estudos da biologia e ecologia do inimigo natural a ser adotado. Várias características que lhe conferem maior eficiência são buscadas e avaliadas nos candidatos a agente de biocontrole, uma vez que existe um custo para a sua produção ou aquisição por parte de produtor. Assim, são preferidos aqueles inimigos naturais mais específicos (geralmente parasitoides em relação aos predadores), não devendo atacar outros organismos benéficos do ambiente (o que poderia ocorrer com alguns predadores como aranhas e reduvídeos), ter boa capacidade de localização do hospedeiro, controlar a praga nas fases iniciais de seu ciclo, etc (AGUIAR MENEZES, 2003).

Para a busca, seleção e criação dos inimigos naturais com potencial para o controle biológico é seguida uma série de procedimentos criteriosos como: seleção e avaliação da praga alvo; estudos taxonômicos da praga e inimigos naturais; seleção das áreas para exploração; seleção dos inimigos naturais a serem coletados; exploração, coleta e transporte dos inimigos naturais; quarentena e exclusão; teste de seleção de inimigos naturais; liberação a campo seguida de avaliação de eficiência; avaliação do programa de controle biológico e eficácia dos agentes (AGUIAR MENEZES, 2003).

Às vezes, diferentes biótipos podem alcançar resultados completamente distintos, devido a características como tolerância climática, influência do fotoperíodo, taxas de parasitismo, etc. Assim, o desempenho do agente de controle varia de caso a caso, desta forma somente testes no local e nas condições reais em que serão usados poderão demonstrar o real potencial de cada espécie ou biótipo.

Dentro do contexto do controle biológico aplicado encontramos duas formas de uso dos inimigos naturais, que diferem entre si quanto à quantidade de insetos liberados no ambiente, que podem ser através de liberações inundativas ou inoculativas.

Liberações inundativas

As liberações de inimigos naturais podem ser consideradas inundativas quando a quantidade liberada (após criação massal em laboratório), em número suficiente, é responsável pelo controle num curto espaço de tempo (PARRA *et al*, 2002).

Este tipo de liberação é utilizado em plantios anuais, quando os inimigos naturais não conseguem se manter em número suficiente de um ciclo ao outro da cultura, de modo que não são alcançados níveis desejados de controle do inseto alvo. Neste, caso supera-se o problema da denso-dependência pelo incremento artificial da população de inimigos naturais, que coloniza a cultura ainda com baixa densidade do inseto alvo. Um exemplo desse método de controle é a utilização de *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae), um parasitoide de ovos liberados na época de floração da soja, para o controle de *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). Outro exemplo é a liberação de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), um parasitoide de lagartas, para o controle de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae), um dos principais fitófagos da cana-de-açúcar (BACILIERI *et al*, 2006).

Também pelo mesmo método é liberado outro grupo de inimigos naturais, os entomopatógenos, que são na maioria das vezes aplicados na forma de produtos microbianos com elevada concentração, para a proteção da cultura. Produtos a base de *Bacillus thuringiensis* e *Baculovirus anticarsia* são exemplos empregados para o controle de lagartas em culturas anuais, sendo este último específico no controle da lagarta-da-soja (GALLO *et al*, 2002). Este tipo de controle biológico aproxima-se mais do método tradicional de práticas de controle de pragas pela aplicação (liberação) de um produto para controle, tendo um resultado rápido sobre os insetos alvo, sendo visto como uma medida em curto prazo. Devido a estas características essa estratégia é rapidamente visualizada pelos agricultores e muito bem aceita (PARRA *et al*, 2002).

O controle biológico por liberações inundativas tem como base a manutenção de criações massais em laboratórios ou em biofábricas e realiza-se através de liberações repetitivas e periódicas do inimigo natural. Desta forma é importante a constante busca pela maior eficiência de produção, com métodos que reduzam os custos e mantenham a qualidade dos organismos criados e liberados.

Pois se sabe que muitos problemas podem advir das condições em que são mantidas as criações, devido a consanguinidade, nutrição, redução da capacidade de busca e reconhecimento dos hospedeiros objetivados a campo (muitas vezes diferentes daqueles de laboratório).

Liberações inoculativas

As liberações de inimigos naturais podem ser consideradas inoculativas quando a quantidade liberada é apenas introdutória, esperando-se que a maior parte do controle seja realizado na sequência, pela descendência dos inimigos naturais liberados. Este tipo de liberação é componente básico do “**controle biológico clássico**”, utilizado no passado como meio básico de controle biológico, uma vez que as técnicas de criação de inimigos naturais ainda eram incipientes (PARRA *et al*, 2002).

Como, de maneira geral, as liberações são feitas com um pequeno número de inimigos naturais, este tipo de controle biológico é visto como uma medida de controle a longo prazo, pois as populações dos inimigos naturais necessitam de adaptação ao meio e posteriormente aumento de sua população com o passar do tempo (GALLO *et al*, 2002; PARRA *et al*, 2002), e devido a isso, normalmente é aplicado a culturas semiperenes ou perenes. O sucesso desta técnica depende da adoção conjunta de outras técnicas como, a racionalização da aplicação de produtos fitossanitários, uso de produtos seletivos, manutenção de áreas de refúgio para que os inimigos naturais introduzidos sofram um menor impacto das práticas agrícolas.

Um exemplo de sucesso desse método de controle foi a introdução de várias vespinhas da subfamília Aphidinae a exemplo de *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae), para o controle de pulgões associados a cultura do trigo como o *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae). Outro exemplo foi a introdução de *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoide de ovos e lagartas neonatas, para o controle de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), uma lagarta minadora associada a disseminação do cancro cítrico (BACILIERI *et al*, 2006).

2.3.4 Controle Biológico Natural

O controle biológico natural ocorre em todos os ecossistemas, sendo responsável pela mortalidade natural dos insetos alvos e, de maneira permanente, mantém suas densidades populacionais em nível de equilíbrio (GALLO *et al*, 2002; BACILIERI *et al*, 2006). Este tipo de controle refere-se a população de inimigos naturais que ocorrem naturalmente no ambiente sem a intervenção direta do homem.

Para uma melhor atuação do controle biológico natural é imprescindível que tais inimigos naturais sejam preservados e se possível aumentados, por meio da manipulação do seu ambiente de alguma forma favorável (GALLO *et al*, 2002). Este objetivo é alcançado adotando algumas táticas de manejo como: uso criterioso do controle químico e de inseticidas seletivos em épocas corretas, adoção de práticas culturais adequadas, e manutenção da fonte de alimentação ou hábitat para os inimigos naturais.

Uso criterioso do controle químico e de inseticidas seletivos em épocas corretas

Os inimigos naturais podem ser favorecidos através do uso criterioso do controle químico, onde as aplicações devem se limitar às estritamente necessárias, com base no monitoramento dos insetos fitófagos e estabelecimento do nível de dano e de controle, para a tomada de decisão. A dose a ser utilizada deve manter uma parcela da população do inseto alvo no campo, e não eliminá-la por completo, permitindo a sobrevivência dos inimigos naturais, que deles se alimentarão. Em geral, aceita-se que o controle de 80% da população de pragas representa a melhor relação entre necessidade de controle da praga e preservação de inimigos naturais (CORSO *et al.*, 1999).

Da mesma forma o momento de aplicação, seja quanto à hora do dia, à estação do ano, ou até mesmo quanto ao local de deposição do produto, pode reduzir o impacto dos produtos fitossanitários sobre insetos benéficos no campo. Este tipo de ação seletiva por separação temporal ou espacial é denominada seletividade ecológica (PARRA *et al*, 2002).

Assim, mesmo produtos pouco seletivos podem ter menor impacto sobre os inimigos naturais, como observado por Croft & Brown (1975), que relatam que ácaros predadores em pomares de maçã foram pouco afetados pelas aplicações de produtos pouco seletivos em época de primavera, devido ao ácaro ainda estar abrigado no solo. A aplicação de produtos fitossanitários em faixas alternadas é mais uma alternativa para minimizar a ação dos inseticidas aos inimigos naturais. Asquith (1973) mostrou que aplicações alternadas em filas de macieiras, onde as filas pares são aplicadas 7 dias após as ímpares, aumentou a seletividade dos inseticidas.

Uma das melhores maneiras de associar o uso de controle químico com o controle biológico é o uso de produtos fitossanitários seletivos aos inimigos naturais. Este tipo de seletividade onde o produto aplicado entra em contato com o inseto alvo (praga) e inimigo natural, contudo com uma maior atividade sobre o primeiro, é denominado de seletividade fisiológica (PARRA *et al*, 2002). Trabalhos como o de Corso *et al.* (1999) mostram que diversos produtos seletivos não afetam a população de inimigos naturais, mostrando a compatibilidade entre as duas técnicas de controle.

Adoção de práticas culturais adequadas

A prática de cultivos consorciados e adubação verde nas entrelinhas (no caso de cultivos perenes ou semiperenes), podem aumentar o potencial de controle biológico no agroecossistema. Visto que com o aumento da diversidade vegetal ocorre também um aumento na diversidade de espécies, incluindo os inimigos naturais, devido à maior complexidade estrutural, com maior disponibilidade de recursos alimentares distribuídos no tempo e espaço (ALTIERI, 1984).

Quanto a cultivos consorciados, tem-se observado que cigarrinhas do milho *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) tem sua taxa de movimento alterada em relação a monocultivos. Quando o milho é consorciado com feijão, a taxa de movimento ao longo das fileiras do milho e a taxa de desaparecimento desse inseto é duas vezes mais rápida, e a taxa de movimento entre fileiras é drasticamente reduzida (POWER, 1987).

Para o manejo de adubação verde tem-se observado em videiras, uma maior abundância e diversidade de inimigos naturais em áreas onde as

entrelinhas continham uma mistura de ervilhaca (*Vicia* spp., Fabaceae) e aveia-preta (*Avena* spp., Poaceae), quando comparadas a áreas onde as práticas culturais adotadas foram roçagem, dessecação, capina ou utilização de cobertura morta (FADINI *et al.*, 2001).

Manutenção da fonte de alimentação para os inimigos naturais

Os inimigos naturais, na sua maioria, não sobrevivem apenas de suas presas ou hospedeiros, principalmente no que se refere aos parasitoides; eles dependem de fontes proteicas e energéticas supridas pelo pólen e néctar ofertado pela diversidade de vegetação (ALTIERI *et al.*, 1993; LANDIS, 1994) para que possam ter maior longevidade e fecundidade. Esta oferta de recursos não é observada numa condição de monocultura, uma vez que todas as plantas numa vasta extensão de área florescerão numa mesma época, ou ainda, mesmo que floresçam podem não disponibilizar esses recursos aos inimigos naturais (devido sua arquitetura floral).

Assim a maior diversidade de vegetação natural, fornece maior número de recursos como, hospedeiros alternativos, fontes de alimento ao longo do tempo, e abrigo aos inimigos naturais (BARBOSA, BENREY, 1998; WACKERS, VAN RIJN, 2005).

Quanto à oferta de recursos como pólen e néctar, a sementeira de herbáceas como a *Lobularia maritima* (Brassicaceae), tem sido responsável por promover maior sobrevivência e fecundidade do parasitoide de pulgões *Diaretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae), esta planta tem sido utilizada na Califórnia como um reservatório de inimigos naturais, onde apenas uma única fileira de *L. maritima* a cada doze fileiras de alface é responsável por controle eficiente de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) (CHANEY, 1998).

Da mesma forma, tem-se observado em ensaios laboratoriais que plantas como a *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae) e *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) atuam como fonte de alimento, fornecendo pólen e néctar ao parasitoide *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) aumentando sua longevidade (BAGGEN *et al.*, 1999).

De forma geral, toda área não cultivada no agroecossistema, que apresente maior diversidade, atua no sentido de melhorar o controle biológico, visto

que estas áreas favorecem os agentes de controle, ou servir como fonte de migração para o cultivo. Assim, as paisagens agrícolas influenciam a estratégia sustentável de manejo de pragas, uma vez que as áreas de cultivo podem ser consideradas locais sujeitos à colonização a partir de seu entorno, e que o conhecimento desse último, pode prever padrões de estrutura de comunidades (ALTIERI *et al.*, 2003).

2.4.1 Papel das Áreas de Refúgio

A expansão das monoculturas ocorre às custas da vegetação natural, que antes em quantidade considerável e bem manejada serviria para aumentar a biodiversidade do sistema (ALTIERI *et al.*, 2003). Em função da diminuição da vegetação natural ocorre a redução da população regional de inimigos naturais, bem como a habilidade destes em se dispersar, com consequente redução da atuação do controle biológico natural (JONSEN, FAHRING, 1997). Outro fator que contribui para essa redução é que insetos predadores tendem a alimentar-se de várias presas, e estas presas (insetos herbívoros) dependem da heterogeneidade de vegetação (ALTIERI *et al.*, 2003). De modo que, quando reduzimos a diversidade da vegetação, insetos que eram controlados por diversos organismos, tornam-se inseto-praga do novo ambiente, e conseqüentemente da cultura ali presente (FERNANDES, 2000).

Os fragmentos de mata permitem agregar ao agroecossistema uma grande diversidade, e esta pode reduzir a pressão de pragas e reforçar a atividade de inimigos naturais (ALTIERI, 1991; ANDOW, 1991; STAMPS, LINIT, 1998). Assim muitos estudos tem sido realizados para mostrar a importância de fragmentos de mata nativa, melhorando a distribuição de inimigos naturais sobre os cultivos; a seguir segue alguns exemplos.

Experimentos com cultivos de maçãs e fragmentos adjacentes de floresta demonstraram que há maior predação sobre larvas de *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) a partir da vegetação adjacente e diminuindo conforme chega-se ao centro do cultivo (ALTIERI, SCHMIDT, 1986). Resultados semelhantes foram observados com ácaros predadores e fitófagos, em cultivo de seringueira, onde há maior população dos ácaros predadores nas seringueiras próximas a área de mata,

enquanto que, para ácaros fitófagos, a maior população encontra-se nas seringueiras da área central do campo de cultivo (DEMITE, FERES, 2005).

É verificado que muito dos carabídeos presentes em plantações é de origem silvícola e que muitas das espécies são extremamente dependentes da vegetação natural para sua permanência em áreas agrícolas. Como exemplo temos *Agonum dorsale* (Coleoptera: Carabidae) que exibe migração sazonal entre o campo de cultivo e a vegetação natural (POLLARD, 1968). Ainda, com relação a predadores terrestres das famílias Carabidae e Staphylinidae, avaliados em cultivos de cereais, foi observado que exemplares puderam ser capturados a 200m dentro do cultivo a partir da borda, e que espécies como *A. dorsale* e *Tachyporus hypnorum* (Coleoptera: Staphylinidae) apresentaram números decrescentes da borda para o centro dos cultivos (COOMBES, SOTHERTON, 1986).

Predadores como *Geocoris* sp., *Nabis* sp., coccinelídeos e aranhas são encontrados em maior quantidade, no início de safra, em plantas de soja próximas a fragmentos de floresta e faixas com vegetação espontânea, e em menor quantidade nas plantas de soja no centro do campo de cultivo. Entretanto, no meio da safra, estes inimigos naturais já se encontram mais uniformemente distribuídos (ALTIERI, TODD, 1981). Esta influência de borda de fragmentos vegetais adjacentes a campos de cultivos não se restringe apenas a insetos predadores, há trabalhos que relatam a influência da mata sobre parasitoides, como em Landis e Haas (1992) que observaram maior captura e parasitismo do himenóptero *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae) sobre a broca do milho *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em áreas da cultura que estavam próximas a borda de área arborizada. Também Dall'Oglio *et al.* (2003) estudando a distribuição e frequência de himenópteros parasitoides em cultivo de eucalipto e fragmento de mata, obteve o resultado semelhante, com maior número de parasitoides próximos a borda de mata.

Em cultivos de café, na Indonésia, margeados por floresta com diferentes níveis de complexidade vegetal, foi avaliado o efeito sobre a população de himenópteros parasitoides com relação a distâncias da área com mata (0 a 1415 m). O número total de espécies de parasitoides decaiu com o aumento da distância da floresta. Nesta situação, os parasitoides foram beneficiados pela maior proximidade da floresta. A 500 m de distância, o número de espécies destes insetos decresceu de 8 para 5, e o parasitismo de 12% para 4%, revelando a importância de áreas de refúgio sobre a diversidade de inimigos naturais (KLEIN *et al.*, 2006).

Um estudo com colza (*Brassica napus*, Brassicaceae) mostrou que, quanto maior a porcentagem de área não cultivada (refúgios aos inimigos naturais), maior é a porcentagem de parasitismo de *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae), uma das principais pragas da referida cultura, por vespas parasitoides (Hymenoptera: Ichneumonidae). E que áreas com mais de 20% de áreas não cultivadas exibiram taxas de parasitismo de 32 a 36% (THIES, TSCHARNTKE, 1999). Contudo, verificou-se que a maior taxa de parasitismo na borda da cultura e menores taxas no centro de cultivo (efeito de borda) ocorre em áreas com baixa porcentagem de áreas não cultivadas (menor que 20% de área não cultivada) da paisagem agrícola como um todo (TSCHARNTKE *et al.*, 2002), evidenciando ainda mais a importância de refúgios em paisagens agrícolas pobres em diversidade vegetal.

Desta forma é notável que há um enriquecimento dos inimigos naturais e conseqüentemente do controle biológico onde a vegetação natural permanece nas margens de cultivo, essa vegetação pode ser composta de fragmentos de mata, corredores biológicos, cercas vivas, etc. Este efeito benéfico sobre o controle biológico natural deve-se ao fato de que estes lugares atuam como: fontes de recursos alimentares como pólen e néctar, fonte de hospedeiros/presas alternativos, e locais de refúgio e hibernação (ALTIERI *et al.*, 1993; LANDIS, 1994; MAIER, 1981; FLINT, VAN DEN BOSCH, 1981).

2.4.2 Suplementação de Alimentos

Flores de plantas que compõem a área de refúgio são importantes fontes de alimento para vários parasitoides. O néctar dessas plantas é essencial para longevidade e fecundidade de fêmeas e maturação de seus ovos em determinadas espécies de parasitoides, com conseqüente influência nas taxas de parasitismo (VAN EMDEN, 1965; LEUIS, 1967, LEWIS *et al.*, 1997). O pólen parece ser indispensável para a produção de ovos de muitas moscas da família Syrphidae e também é uma fonte importante de alimento para joaninhas (Coccinellidae). Bichos lixeiros (Chrysopidae) são atraídos por várias flores que oferecem néctar, satisfazendo as suas necessidades de carboidratos (HAGEN, 1986).

A influência de fontes de alimentação vegetal é observada em percevejos predadores como *Anthocoris nemorum* e *Anthocoris nemoralis*

(Hemiptera: Anthocoridae) que ficam concentrados em salgueiros (*Salix caprea*) em floração, utilizados como quebra ventos em pomares na Inglaterra, e a partir daí colonizam os pomares de maçã e pêra, onde controlam *Psylla mali* (Hemiptera: Psyllidae) (SOLOMON, 1981).

2.4.3 Fornecimento de Presas e Hospedeiros Alternativos

Além de suplementar a alimentação, como já mencionado, as áreas de refúgio permitem a presença de uma maior diversidade de insetos herbívoros, que podem funcionar como fontes alternativas de alimento para os inimigos naturais, fazendo-os permanecer no campo nas épocas em que a população da praga principal está baixa (Root, 1973; Andow, 1991).

Solomon (1981) verificou que *Blepharidopterus angulatus* (Hemiptera: Miridae), importante predador do ácaro *Panonychus ulmi* (Prostigmata: Tetranychidae), alimenta-se alternativamente de pulgões e cigarrinhas em árvores do gênero *Alnus* (Betulaceae), e quando as populações dessas presas decrescem eles se movem para os pomares das proximidades, onde controlam as populações de *P. ulmi*. Da mesma forma, é verificado que plantas naturalmente presentes ao redor de pomares de maçã, como *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae), *Cornus* sp. (Cornaceae) e *Ilex* sp. (Aquifoliaceae) hospedam diversos tephritídeos não pragas, mas que servem como hospedeiros alternativos para braconídeos, permitindo um aumento da taxa de parasitismo da mosca-da-maçã *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) (MAIER, 1981). Outro exemplo, mostra que *Ximenia americana* (Olacaceae) é infestada por *Anastrepha alveata* (Diptera: Tephritidae), uma mosca-da-fruta não-praga cujas larvas são altamente parasitadas por *Doryctobracon aerolatus* (Hymenoptera: Braconidae), que também atua no parasitismo de diferentes tephritídeos pragas (ALUJA, 1996). Este fato levou o pesquisador a propor a manutenção ou plantio de espécies frutíferas hospedeiras de moscas-das-frutas não-pragas como reservatório natural de parasitoides de tephritídeos-praga, em pomares comerciais.

2.4.4 Locais de Refúgio na Entressafra, Inverno ou Períodos Secos

As áreas de refúgio constituem importantes fontes de inimigos naturais, principalmente em regiões temperadas. Nestas regiões é observado que florestas e cercas vivas servem de locais de hibernação para coccinélídeos, tendo um efeito fundamental sobre a sua presença em áreas agrícolas (ALTIERI *et al.*, 2003). Pomares de maçãs circundados por florestas decíduas tem uma abundância dez vezes maior de *Coccinella quinquepunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) em relação aos pomares ao redor de campos de cultivo (HODECK, 1973).

Um exemplo clássico é o da cigarrinha da videira, *Erythroneura elegantula* (Hemiptera: Cicadellidae), cujas populações são reguladas pelo parasitoide de ovos *Anagrus epos* (Himenoptera: Mymaridae), que tem sua ação aumentada em vinhedos com a presença de amora-preta-silvestre (*Rubus* sp., Rosaceae) em áreas marginais aos campos de cultivos. Isso ocorre porque o parasitoide durante o inverno migra para a amora-preta-silvestre e sobrevive à custa dos ovos de um hospedeiro alternativo, a cigarrinha *Dikrella cruentata* (Hemiptera: Cicadellidae) que ataca as folhas dessa planta silvestre. Quando a primavera chega e a videira retoma sua fase vegetativa, o parasitoide retorna para os campos de cultivo (FLINT, VAN DEN BOSCH, 1981). Desta forma, é necessário maior conhecimento de como os arranjos espaciais cultivados afetam os organismos (FRY, 1995) para que possam ser modeladas paisagens de modo que os inimigos naturais sejam incrementados em detrimento do uso de inseticidas.

Para tanto, é fundamental conhecer como ocorre a dispersão destes agentes benéficos e como chegam na área de cultivo. Tais informações poderão permitir a tomada de decisão de onde alocar áreas de refúgio de inimigos naturais na propriedade, de modo a alcançar um controle biológico direcionado para áreas cultivadas específicas (ALTIERI *et al.*, 2003), visto que a pesquisa tem demonstrado que áreas de refúgio oferecem aos inimigos naturais, pólen, néctar, abrigo, locais de reprodução, presas e hospedeiros alternativos durante períodos em que estes recursos são escassos nas culturas onde eles contribuem no controle de pragas (CHIVERTON, SOTHERTON, 1991).

3 HIPÓTESE

Apesar da maior parte dos resultados atestando a influência positiva de fragmentos de mata sobre a eficiência do controle biológico natural, estar baseado em estudos realizados fora de região neotropical, acreditamos que, nas áreas agrícolas do norte do Paraná, plantios de soja e milho com presença de fragmentos de mata nativa próximos podem apresentar menor ocorrência de pragas em virtude de maiores níveis de predação e parasitismo, quando comparadas a áreas distantes destes fragmentos, mesmo estando expostos aos distúrbios causados pelo sistema de manejo adotado (monocultivo, uso de agroquímicos) e período relativamente curto de cultivo.

4 OBJETIVO

4.1 GERAL

Avaliar a influência da presença de fragmentos de mata nativa sobre populações de insetos pragas, bem como de seus inimigos naturais, em campos de cultivo de soja e milho em áreas próximas e distantes da borda da mata.

4.2 ESPECÍFICOS

Procurou-se em lavouras de milho e soja:

- Estimar populações de pragas e inimigos naturais, com relação à distância da borda da mata;
- Avaliar os danos causados pelas pragas em relação à distância da borda da mata;
- Identificar os parasitoides e predadores presentes na área de cultivo nas diferentes distâncias da borda da mata;
- Avaliar o parasitismo sobre as principais pragas das culturas;
- Comparar a infestação de pragas e os níveis de parasitismo, nas diferentes distâncias do fragmento de mata.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 AMBIENTE DE ESTUDO

O estudo foi realizado na região do norte do Paraná cujo clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa). Durante o ano em que foram feitas as coletas de dados (2009), a temperatura anual máxima, média e mínima foi de 27, 21 e 16 °C respectivamente, e a precipitação anual acumulada de 2334 mm, para as áreas situadas no município de Rolândia-PR. Já para as áreas situadas no município de Ibiporã-PR a temperatura anual máxima, média e mínima foi de 28, 22 e 18 °C respectivamente, e a precipitação anual acumulada de 2150 mm (dados obtidos das estações meteorológicas do IAPAR-Londrina e IAPAR-Ibiporã).

A cobertura florestal das áreas é classificada como Floresta Estacional Semi-decidual, visto que está intimamente relacionada com a estação seca e chuvosa, o que condiciona a sazonalidade foliar das espécies que compõem esse tipo de floresta, com cerca de 20% das espécies de árvores decíduas.

Para cada área foi selecionado um talhão das respectivas culturas que margeiam os fragmentos de mata nativa e, estabelecidos dois transectos onde foram realizadas as avaliações. Sobre a faixa dos transectos não foi feita a aplicação de inseticidas.

Foram avaliadas três áreas para a cultura da soja e três para a cultura do milho, cujas localizações e características são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização, especificações fitotécnicas e tamanho de fragmento de mata das áreas de estudo situadas na região Norte do Paraná, 2009

Siglas	Áreas com soja - safra 2008/2009			Áreas com milho - segunda safra 2009		
	Soja1	Soja 2	Soja 3	Milho 1	Milho 2	Milho 3
Propriedades	Stº Antônio	Bonsucesso	Gioconda	Stª Terezinha	Bonsucesso	Três Bocas
Local	Ibiporã-PR	Ibiporã-PR	Rolândia-PR	Ibiporã-PR	Ibiporã-PR	Rolândia-PR
Cordenadas Geográficas	23°14'34" S	23°11'47" S	23°24'46" S	23°14'13" S	23°12'26" S	23°23'59" S
	51°07'27" O	51°03'03" O	51°19'27" O	51°07'30" O	51°03'51" O	51°19'01" O
	480m alt.	445m alt.	700m alt.	490m alt.	480m alt.	650m alt.
Cultivar	BRS 232 e FT Campo Mourão (Soja RR) ¹	BRS 226	FT Campo Mourão (Soja RR)	Biomatrix 810	Pioneer	Agroceres 9010
Espaçamento (m)	0,40	0,45	0,45	0,80	0,80	0,85
Densidade (sementes/m')	16	18	16	5	4	6
Adubação de base (kg/ha)	250 (0-20-20) ²	200 (0-20-20)	250 (0-20-20)	175 (12-15-15)	206 (10-15-15)	290 (12-15-15)
Data da semeadura	10.nov.2008	02.nov.2008	02.nov.2008	25.fev.2009	30.mar.2009	05.mar.2009
Área de mata adjacente (ha)	45	24,5	288	45	8,5	288

¹ Na área de "Soja 1" a cultivar BRS 232 foi semeada no local próximo da mata (compreendendo o primeiro transecto), já a cultivar FT Campo Mourão (Soja RR) foi semeada no local distante da mata (compreendendo o segundo transecto).

² Os números entre parênteses na linha "adubação de base" referem-se a formulação do adubo utilizado.

Todas as cultivares, seja soja ou milho, foram semeadas no sistema de semeadura direta.

5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Em cada área foram marcados dois transectos paralelos entre si e à borda do fragmento de mata nativa: o primeiro localizado a 25m da borda da mata para o interior do campo de cultivo, e o segundo a 525m da borda da mata; resultando em 500m de distância entre os transectos. Cada transecto apresentava 90m de comprimento, sendo composto de 10 pontos de avaliação equidistantes 10m entre si (Figura 1).

Figura 1 – Esquema das áreas de estudo. Onde: as “casinhas” em azul representam as armadilhas de interceptação de vôo (Malaise), as linhas amarelas os transectos e, os círculos vermelhos os pontos de avaliação



Ao redor de cada ponto de avaliação, num raio de aproximadamente 5m, foram realizadas avaliações quinzenais do nível de infestação e injúrias causadas por insetos fitófagos, bem como a presença de inimigos naturais, ao longo do desenvolvimento de ambas as culturas (soja e milho).

Para a verificação da presença de insetos fitófagos e inimigos naturais na cultura da soja, as avaliações foram realizadas por meio de amostragem por pano-de-batida conforme Hoffmann-Campo *et al.* (2005), sendo realizadas 5 amostragens por ponto de avaliação, totalizando 50 amostragens por transecto (5 amostragens x 10 pontos de avaliação), contabilizando os insetos fitófagos e inimigos naturais presentes na amostragem.

A verificação de parasitismo por insetos e patógenos, através da coleta de hospedeiros na cultura da soja, ocorria de forma concomitante ao procedimento de pano-de-batida, onde os insetos fitófagos mais abundantes (*P. includens*, *A. gemmatalis* e *E. heros*) eram coletados e divididos em dois grandes grupos para cada espécie, conforme o transecto em que foram coletados (fitófagos coletados perto ou longe da borda da mata). Estes fitófagos eram acondicionados em placas de petri com no máximo três indivíduos da mesma espécie, mantidos em laboratório e vistoriados a cada 48 horas para a verificação de mortalidade por parasitoide ou patógeno, e substituição de alimento. O acompanhamento manteve-

se até a emergência dos adultos, seja dos lepidópteros, parasitoides ou do sinal de exteriorização dos patógenos; os percevejos foram acompanhados até sua morte.

Na cultura do milho, as avaliações da presença de insetos fitófagos e inimigos naturais eram realizadas nos estádios vegetativo e reprodutivo, através da coleta de 10 cartuchos ou 10 espigas de milho ao redor de cada ponto de avaliação. Estas partes vegetais foram acondicionadas em sacos de polietileno, para posterior contagem, em laboratório, dos fitófagos e inimigos naturais presentes, através da abertura do cartucho ou espiga em, no máximo, 36 horas após a coleta.

Na cultura do milho, a avaliação do parasitismo de *S. frugiperda* por insetos e patógenos foi realizada coletando-se 13 lagartas por ponto de avaliação, através da vistoria de cartuchos danificados. As lagartas coletadas em cada localidade eram divididas em dois grandes grupos, conforme o transecto em que foram coletadas (lagartas coletadas perto ou longe da borda da mata). Estas lagartas foram acondicionadas individualmente em placas de petri, e mantidas em laboratório, sendo vistoriadas para verificação de parasitismo ou troca de alimento a cada 48 horas. Este acompanhamento manteve-se até a emergência da mariposa, de parasitoides, ou do sinal de exteriorização dos patógenos.

Para a determinação do nível de incidência e severidade de injúria causada por *S. frugiperda*, foram realizadas avaliações durante o estágio vegetativo da cultura do milho. Consistiam da vistoria de 40 plantas (quatro linhas com 10 plantas consecutivas) ao redor de cada ponto de avaliação, e em cada planta era atribuída uma nota conforme a integridade do cartucho, seguindo a escala de Carvalho (1970) (Figura 2).

Figura 2 – Tipos de notas atribuídas às plantas conforme a integridade do cartucho do milho em relação ao ataque de *S. frugiperda*, de acordo com a escala de Carvalho (1970). Onde: Nota 1 - cartucho sem dano; Nota 2 - cartucho com folhas raspadas; Nota 3 - cartucho com folhas furadas; Nota 4 - coalescência dos furos, cartucho com folhas rasgadas; Nota 5 - folhas altamente comprometidas, cartucho muito danificado



Em paralelo às avaliações realizadas nos pontos dos transectos, foi monitorada a ocorrência de inimigos naturais por meio de armadilhas de interceptação de vôo (Malaise) (Figura 3) tanto para a cultura de soja quanto milho. Em cada área de estudo foram instaladas duas armadilhas; uma próxima (25m) e outra distante (525m) da borda do fragmento de mata nativa, do mesmo modo que os transectos (Figura 1). Essas armadilhas foram vistoriadas a cada 7 dias, sendo o material coletado e mantido em álcool a 70%, com posterior identificação no laboratório de entomologia da Universidade Estadual de Londrina.

Figura 3 – Armadilha Malaise instalada sobre cultivo de milho safrinha. Londrina-PR, 2009



Em cada área de estudo foram estimados dois índices fisiográficos (φ) conforme Silveira Neto *et al.* (1976), um ao redor de cada armadilha (perto e longe da borda da mata), considerando o raio de ação da armadilha Malaise como sendo de 250m.

A ocorrência de insetos fitófagos e inimigos naturais, tanto em soja quanto milho, bem como a severidade de injúria aos cartuchos de milho provocados por *S. frugiperda* (sendo a variável, nota média da amostragem) foi comparada entre os transectos, para cada uma das áreas estudadas, com auxílio do teste t de Student ou de Mann-Whitney. O primeiro teste foi utilizado quando os dados atendiam os pressupostos paramétricos de normalidade e homocedasticidade, e o segundo, quando os dados não atendiam estes pressupostos.

As variáveis de mortalidade por parasitoides e patógenos em soja e milho, incidência de *S. frugiperda* em plantas de milho, e o número de plantas de milho com determinada nota (severidade), foram comparadas entre os transectos de cada área através do teste Binomial para duas proporções.

A comparação do número de inimigos naturais, coletados pelas armadilhas Malaise instaladas próximas e distantes da mata, foi realizada com o auxílio do teste Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais; sua diversidade de inimigos naturais calculada pelo índice de Shannon-Wiener (H') (MAGURRAM, 1988), sendo estes índices comparados (entre as diferentes distâncias) com o auxílio do teste t de Student. Também foram obtidos os valores de riqueza e equitabilidade de táxons de inimigos naturais capturados pela Malaise.

Todas as análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico BioEstat 5.0 (AYRES, 2007), sendo o objetivo das análises a comparação dos dados entre os transectos próximo e distante do fragmento de mata, considerando-se como repetições os pontos de avaliação dentro de cada transecto, e os tratamentos os próprios transectos ou armadilhas Malaise.

Os estádios de desenvolvimento citados para a cultura da soja fundamentam-se na escala fenológica de Fehr e Caviness (1977). Para o milho, os estádios seguem a escala fenológica de Ritchie e Hanway (1989).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1.1 Área de Soja – Soja 1

Através da amostragem por pano-de-batida verifica-se houve maior número de insetos fitófagos no transecto próximo a mata, exceto no estágio fenológico R5, onde o inverso ocorreu (Figura 4), provavelmente devido à ação de parasitoides e patógenos (que será discutido mais adiante). O número de insetos predadores, sempre que houve diferença significativa, foi maior no transecto próximo a borda da mata (Figura 5).

Analisando as figuras 4 e 5 nos estádios fenológicos R2 e R7 o maior número de insetos predadores pode ter ocorrido em função de um maior número de insetos fitófagos, evidenciando uma relação de densodependência entre predadores e presas (fitófagos). Costamagna *et al.* (2004) verificaram que há uma relação densodependente entre parasitoides e hospedeiro, mas que esta relação é variável ao nível da espécie do parasitoide. Talvez o mesmo possa ter ocorrido com os predadores para a área “Soja 1”.

Contudo o maior número de predadores presentes em transecto próximo a mata em estágio R6, e a indiferença entre os transectos no estágio R5, mesmo com maior número de fitófagos no transecto longe da mata para este mesmo período, mostra um “efeito de borda” com influência favorável da área de mata sobre a população de insetos predadores. Resultado semelhante foi obtido por Demite e Feres (2005), que observaram influência positiva do fragmento florestal sobre ácaros predadores em seringal, com maior abundância de ácaros predadores em seringueiras próximas a mata. O fato de áreas de mata proporcionarem abrigo, presas alternativas (não associadas ao cultivo da soja) ou alimento alternativo (pólen e néctar) (ALTIERI *et al.*, 2003; LANDIS *et al.*, 2000), pode explicar o efeito de borda observado.

Figura 4 – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

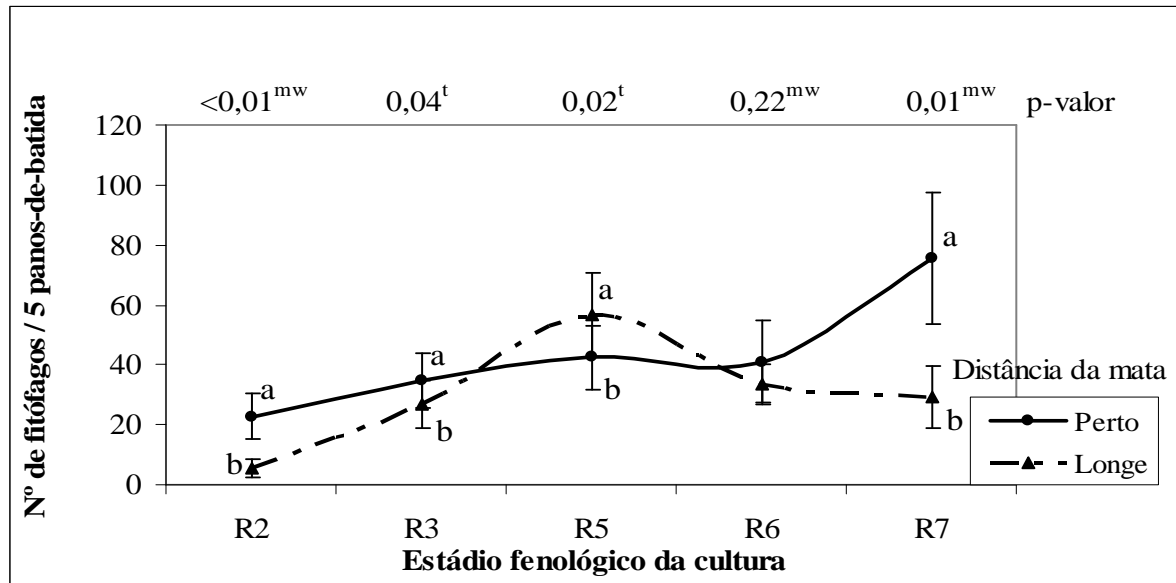
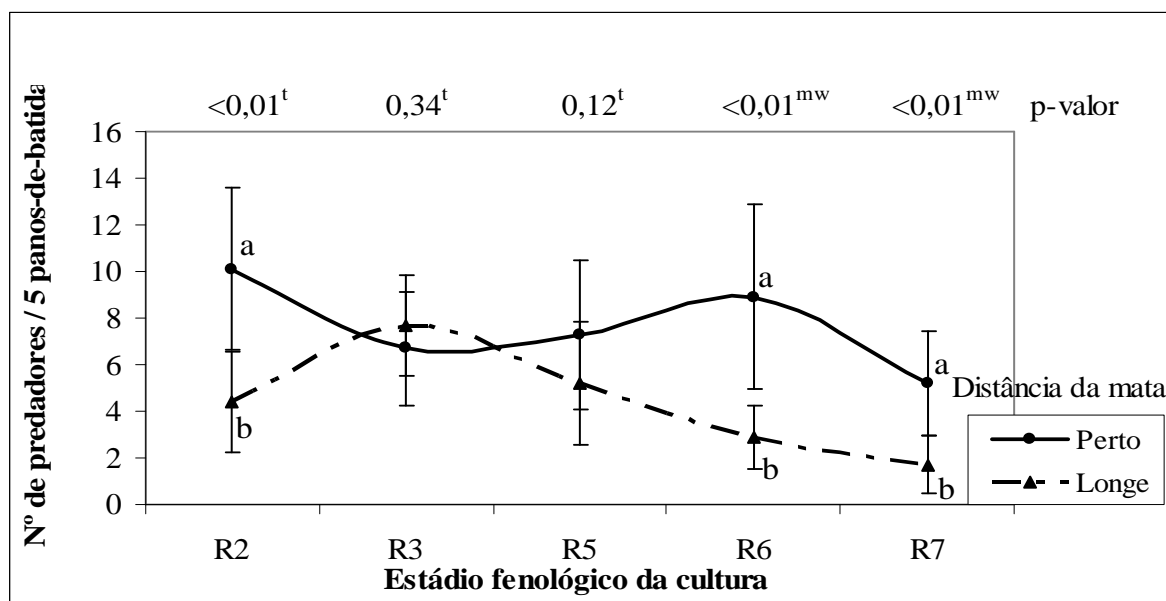


Figura 5 – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR



Numa análise mais específica dos fitófagos (Figura 6) é mostrada a ocorrência de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) na cultura da soja. Houve maior número de lagartas no transecto próximo a mata nos estádios fenológicos R2, R3 e R7; ocorrendo o inverso para os estádios fenológicos R5 e R6.

O maior número de lagartas no transecto próximo a mata, no estágio R2 e R7, também é acompanhado por maior número de predadores (Figura 5 e 6), estabelecendo uma relação de densodependência, como mencionado anteriormente. Entretanto, a menor ocorrência de lagartas em estágio R5 e R6 em transecto próximo a mata não é seguida de menor número de predadores.

Em R6, o maior número de predadores, em transecto próximo a mata, pode ter contribuído para uma menor ocorrência de lagartas (Figuras 5 e 6); entretanto para o estágio R5 o menor número de lagartas nesse transecto não pode ser atribuído à presença de predadores, mas isso pode ter ocorrido em função do maior número de parasitoides e patógenos (Figura 5 e Tabela 2).

O percevejo *E. heros*, apresentou maior população em transecto próximo à mata, durante todo o período avaliado (Figura 7). Isso mostra que não

houve interação entre a ocorrência desses percevejos com a ocorrência de predadores, mostrados na figura 5, provavelmente devido ao fato do maior número de predadores encontrados constituírem-se de pequenas aranhas (Figura 9), que não devem preda este tipo de fitófago.

A maior população de *E. heros* em transecto próximo a mata, é explicada pela existência de locais com abundância de folhas secas e serrapilheira caídas ao chão (ambiente típico em solo de mata), que lhes servem de abrigo, principalmente em período de entressafra quando entram em diapausa. (PANIZZI, NIVA, 1994; GODOY *et al.*, 2010).

Os grupos de fitófagos presentes na área de são os mesmos para cerca de 95% dos fitófagos (Figura 8), notando-se apenas diferenças na proporção relativa dos espécimes, entre os transectos. Fato semelhante ocorre para os predadores (Figura 9), contudo o número de *Lebia concinna* (Coleoptera: Carabidae) é evidentemente menor em transecto longe da mata, e a quantidade relativa entre aranhas e *Geocoris* sp. (Hemiptera: Lygaeidae) neste transecto é praticamente meio a meio.

Figura 6 – Número médio (n=10) de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Lagartas coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

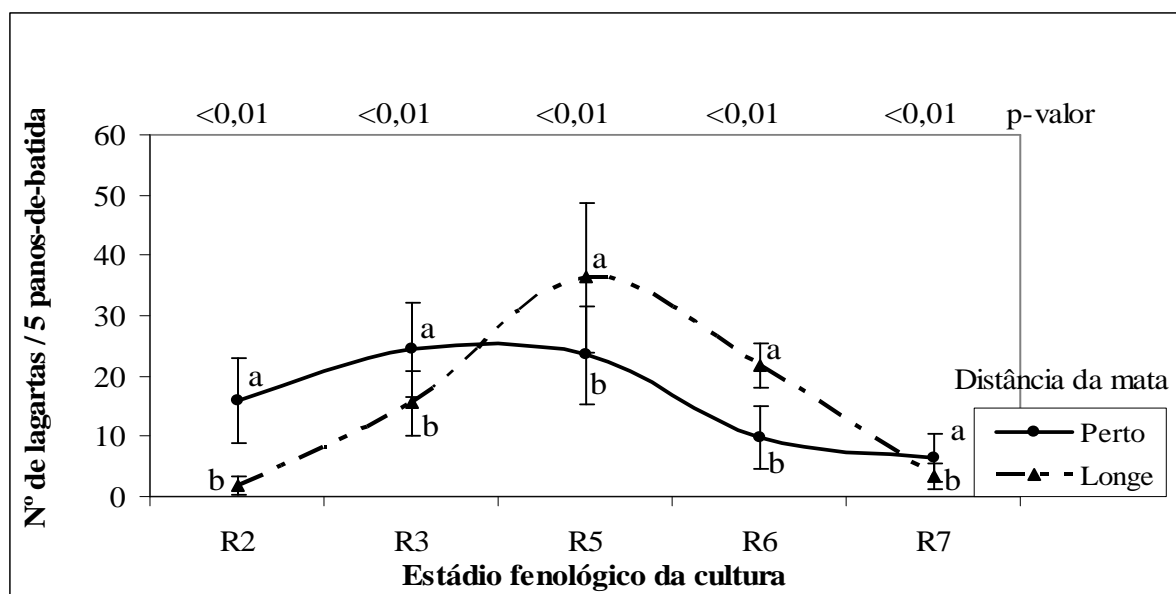


Figura 7 – Número médio (n=10) de *E. heros* coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Percevejos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

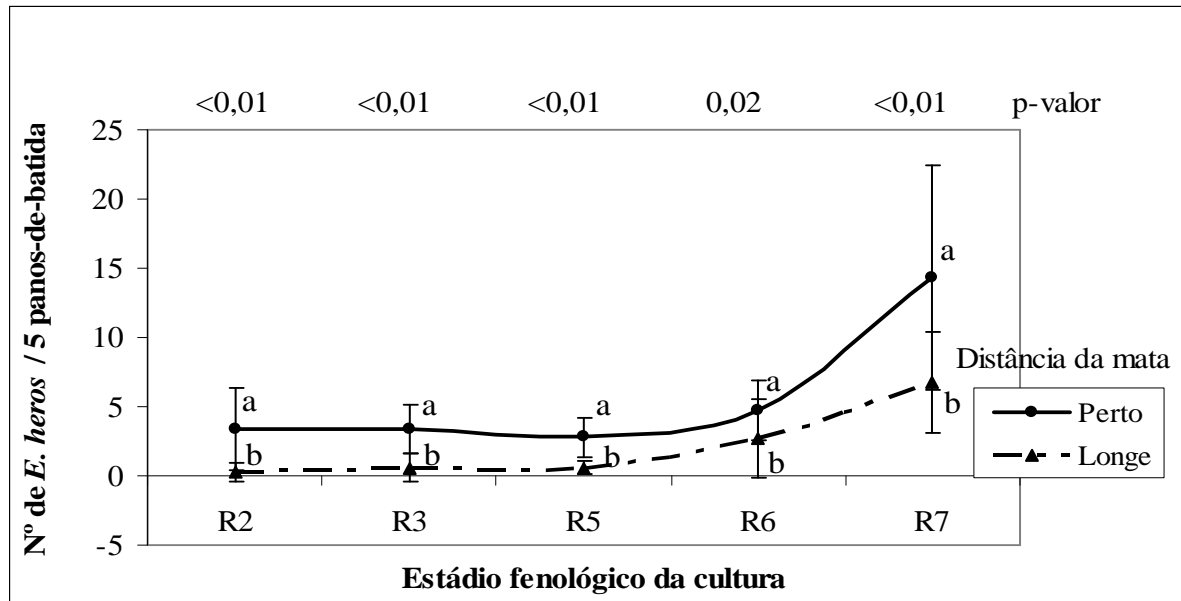


Figura 8 – Frequência relativa dos principais insetos fitófagos associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R2 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

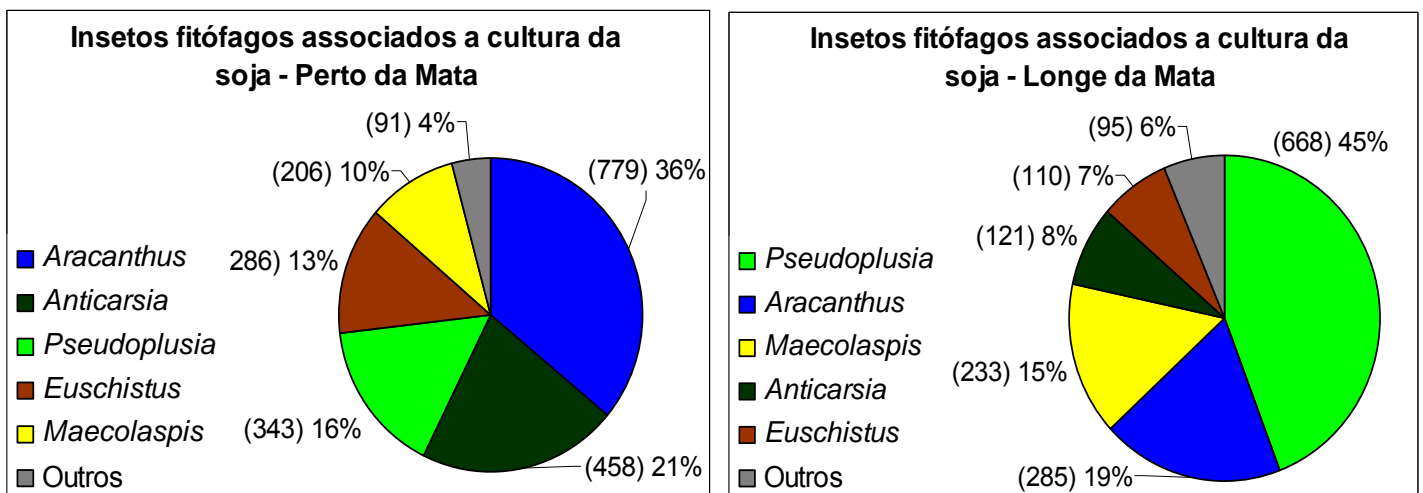
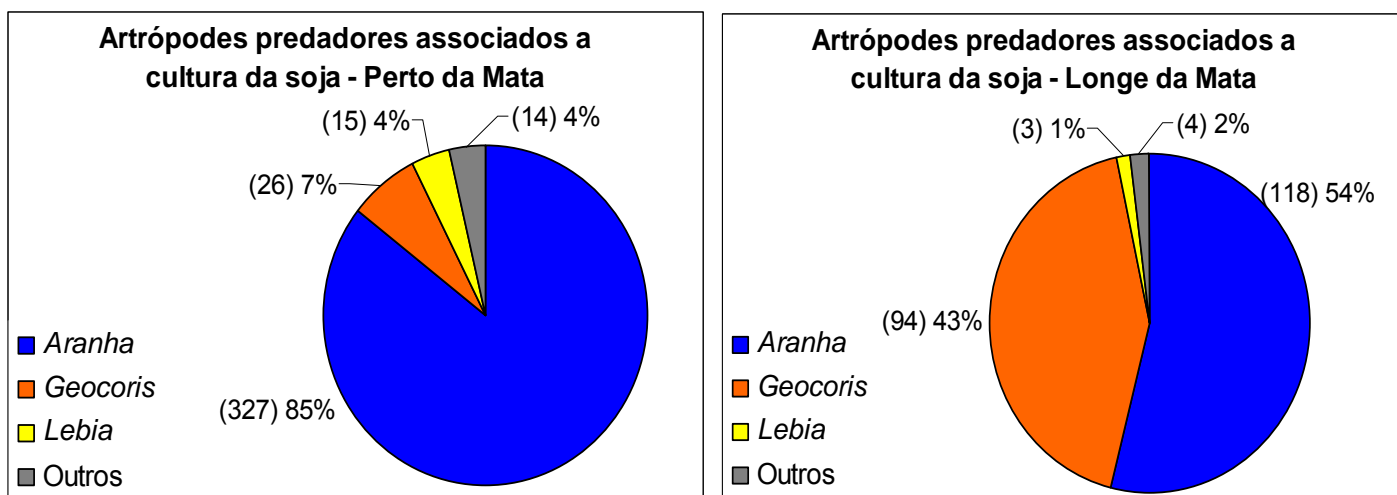


Figura 9 – Frequência relativa dos principais artrópodos predadores associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R2 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR



A mortalidade de lagartas por parasitismo e fungo *Nomuraea rileyi*, sempre que houve diferença significativa, foi maior nas lagartas coletadas em transecto próximo a mata (Tabela 2). A diferença foi altamente significativa (p -valor $< 0,01$) no estágio R5 da cultura da soja. No estágio R6 houve apenas uma tendência (p -valor de 0,09) em favor da maior mortalidade pelo patógeno, no transecto próximo à mata.

Silva *et al.* (2010), verificaram que, em eucaliptais, a ocorrência de himenópteros parasitoides era maior em árvores que margeavam áreas remanescentes de cerrado, em relação àquelas do centro de cultivo. Assim áreas de refúgio podem fornecer parasitoides aos campos de cultivo, e desta forma promover maiores taxas de parasitismo (KRUESS, TSCHARNTKE, 1994).

A maior quantidade de lagartas mortas por *N. rileyi* em transecto próximo a mata pode ser atribuído ao microclima do local, principalmente com relação à insolação. Uma vez que os raios ultravioletas tem impacto negativo sobre os fungos entomopatogênicos (BACILIERI *et al.*, 2006), o local próximo à mata, que recebe menor insolação, pode ter promovido maior fonte de inóculos viáveis do entomopatógeno, ocasionando uma maior mortalidade.

Não houve diferença no parasitismo de adultos de *E. heros* entre os dois transectos (Tabela 3). Embora o resultado possa decorrer da amostragem pouco representativa, é interessante notar que houve parasitismo apenas dos

indivíduos coletados no transecto próximo a mata. Da mesma forma, Godoy *et al.* (2010) observaram parasitismo de *E. heros* apenas em áreas de cultivo próximas a áreas de mata, atribuindo esse resultado à influência da mesma.

Tabela 2 – Percentual de lagartas (*Anticarsia gemmatalis* + *Pseudoplusia includens*) não parasitadas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*); coletadas em transecto perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos diferentes estádios fenológicos da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

Estádio R3										
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	61,2	(41) ¹	25,4	(17)	13,4	(9) a ²	0,0	(0)	100,0	(67)
Longe	67,3	(33)	26,5	(13)	6,1	(3) a	0,0	(0)	100,0	(49)
p-valor ³						0,20	-			
Estádio R5										
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	14,4	(15)	57,7	(60)	17,3	(18) a	10,6	(11) a	100,0	(104)
Longe	32,0	(64)	64,0	(128)	3,0	(6) b	1,0	(2) b	100,0	(200)
p-valor						< 0,01	< 0,01			
Estádio R6										
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	50,0	(30)	43,3	(26)	0,0	(0)	6,7	(4)	100,0	(60)
Longe	32,0	(49)	68,0	(104)	0,0	(0)	0,0	(0)	100,0	(153)
p-valor						-	-			
Estádio R7										
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	15,6	(10)	68,8	(44)	1,6	(1)	14,1	(9) a	100,0	(64)
Longe	36,4	(12)	60,6	(20)	0,0	(0)	3,0	(1) a	100,0	(33)
p-valor						-	0,09			

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ p-valores com o sinal "-" indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Tabela 3 – Parasitismo de adultos de *Euschistus heros* coletados em transecto perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos diferentes estádios fenológicos da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 1”, Ibitiporã-PR

Estádio R3						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	89,3	(25) ¹	10,7	(3)	100,0	(28)
Longe	100,0	(5)	0,0	(0)	100,0	(5)
p-valor ²					-	
Estádio R5						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	88,6	(31)	11,4	(4)	100,0	(35)
Longe	100,0	(2)	0,0	(0)	100,0	(2)
p-valor					-	
Estádio R6						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	94,0	(47)	6,0	(3)	100,0	(50)
Longe	100,0	(25)	0,0	(0)	100,0	(25)
p-valor					-	
Estádio R7						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	96,3	(129)	3,7	(5)	100,0	(134)
Longe	100,0	(50)	0,0	(0)	100,0	(50)
p-valor					-	

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

³ p-valores com o sinal "-" indica que não foi possível realizar teste estatístico.

O número de predadores capturados por armadilha Malaise foi maior no transecto próxima a mata (Figura 10). Essa diferença entre os transectos é maior nos primeiros estádios fenológicos da cultura (V7) diminuindo gradativamente com o decorrer do tempo, até desaparecer nos últimos estádios (após R5).

Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Altieri e Todd (1981), que estudando insetos predadores no cultivo da soja, observaram maior ocorrência deles nos locais próximo a fragmentos florestais em período inicial de cultivo. Isso indica que o comportamento dos predadores em relação à colonização

do campo de cultivo pode ser semelhante, tanto para a região neártica (estudo dos referidos autores) como para a região neotropical (presente estudo). Em ambos os casos, a mata exerceria o papel de refúgio, embora a ameaça principal, aqui, não sejam os invernos rigorosos.

Este fato vem a fortalecer a hipótese de que, áreas de mata adjacentes aos campos de cultivos, atuem como “reservatórios” de inimigos naturais, a partir das quais, ocorre a migração para o cultivo, principalmente nos seus estádios iniciais. Com o decorrer do tempo esses inimigos naturais se distribuiriam de maneira mais ou menos homogênea na cultura.

O número de parasitoides capturados por armadilha Malaise foi maior no transecto próxima a mata, durante todo o período avaliado, (Figura 11). Da mesma forma que ocorreu com os predadores, a maior diferença numérica se deu nos estádios iniciais. O mesmo padrão foi encontrado por Dall’Oglio *et al.* (2003), em plantio de eucalipto adjacente a floresta nativa, onde capturaram maior número de parasitoides, com Malaise, nas bordas do cultivo, próximo ao fragmento florestal.

Figura 10 – Ocorrência de artrópodos predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

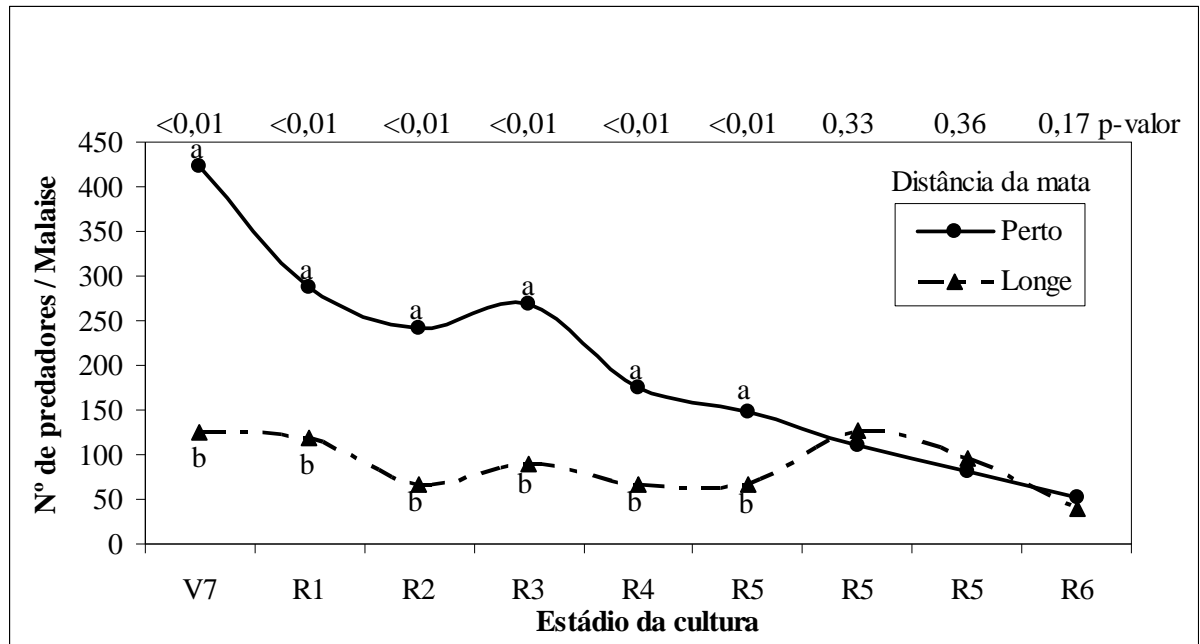
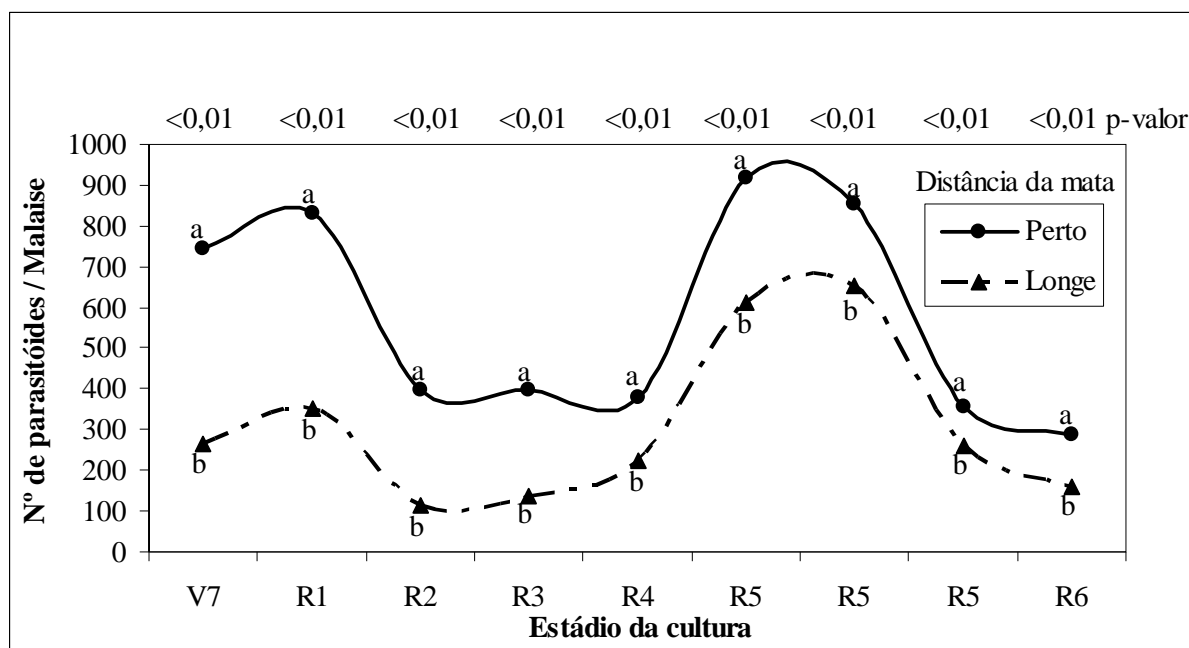


Figura 11 – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR



A diversidade de táxons de inimigos naturais (parasitoides e predadores) capturados por Malaise, e calculada pelo índice de Shannon-Wiener (Figura 12), apresentou diferença em apenas três avaliações: R2, R4 e R5, sendo maior próximo à mata em R2 e R4, ocorrendo o inverso em R5.

A maior diversidade em local próximo a mata, em mais amostragens, pode ser atribuído à maior quantidade de área não cultivada neste local (área de mata e pastagem), como pode ser visto pela estimativa do índice fisiográfico (Figura 13 e Tabela 5). Estas áreas não cultivadas possuem um mínimo de distúrbio ou até mesmo a ausência deste, sendo locais que comportam maior diversidade de organismos.

De forma simplificada, o índice fisiográfico foi obtido da seguinte forma: em uma área (com tamanho conhecido) são identificados locais com diferentes diversidades vegetais (ou até mesmo ausência desta), e a cada um dos tipos são atribuídos “graus” (valores arbitrários) conforme sua diversidade vegetal (ex: mata=3, pasto=2, terra nua=1). A seguir, calcula-se o percentual de quanto cada

local ocupa em termos da área total. O índice fisiográfico é o produto do percentual de ocupação das áreas com diferentes diversidades vegetais pelos seus respectivos graus.

É importante notar que, embora o índice fisiográfico possua limitações, visto que os graus (valores arbitrários) atribuem sempre um mesmo valor para um tipo de vegetação que pode ser diferenciada, ele é um meio de quantificar a diversidade vegetal presente na paisagem, permitindo que a correlacionemos com a diversidade de insetos, uma vez que é esperado que lugares com maior diversidade vegetal possam suportar maior diversidade de insetos, incluindo os inimigos naturais (HASSEL, 2000).

Com relação aos táxons de inimigos naturais capturados nas armadilhas Malaise (Tabela 4), verificou-se maior número e riqueza de táxons em local próximo a mata. A equitabilidade de parasitoides e predadores também foram maiores na proximidade da mata, mostrando maior estabilidade deste local. Os grupos dominantes, tanto perto como longe da borda da mata, foram parasitoides da superfamília Ichneumonoidea (principalmente Ichneumonidae), e os predadores da Ordem Diptera, principalmente Dolichopodidae (para maiores detalhes ver Anexo I).

Semelhantemente, Kruess e Tschardtke (1994), observaram a influência de refúgios (pastos não cultivados, nesse caso) sobre a riqueza de espécies de parasitoides, e sua taxa de parasitismo. Verificaram que, quanto maior a distância do refúgio, menor a riqueza de espécies e taxa de parasitismo, evidenciando a importância dos refúgios para a manutenção da comunidade de inimigos naturais.

Figura 12 – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

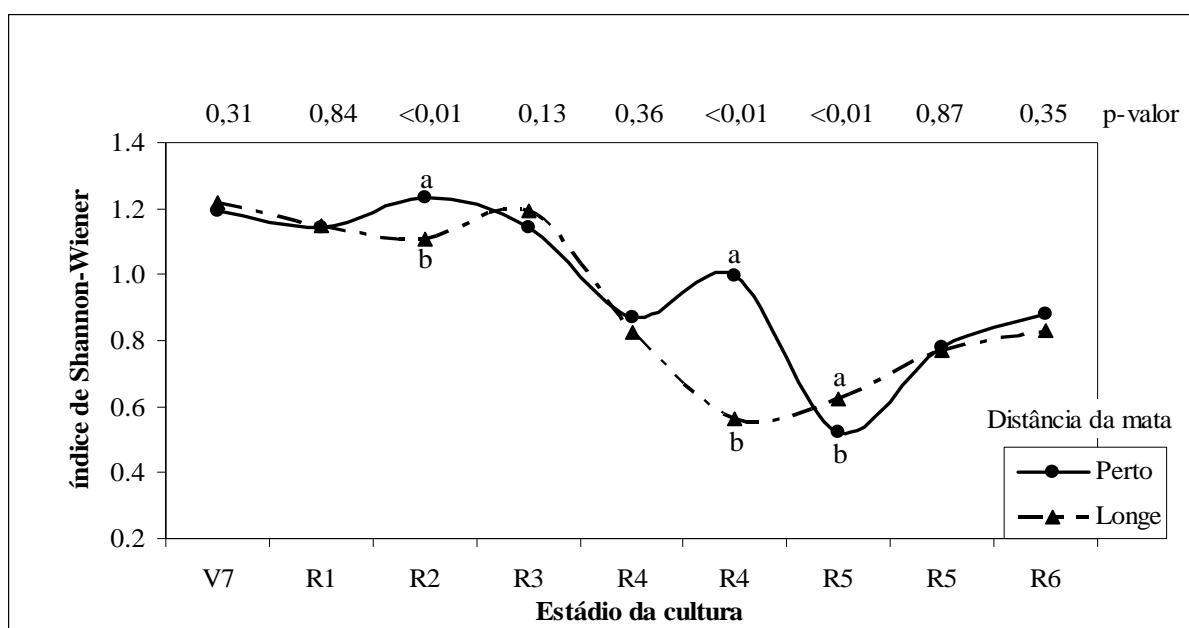


Tabela 4 – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura da soja (safra 2008/2009) durante o período de V7 a R6. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR

Táxon	Parasitoides				Táxon	Predadores			
	Perto		Longe			Perto		Longe	
	%	unid.	%	unid.		%	unid.	%	unid.
Hym. Aculeata	12,5	(648)	6,8	(189)	Diptera	39,9	(714)	44,8	(354)
Ichneumonoidea	53,3	(2755)	68,9	(1915)	Hymenoptera	28,0	(500)	13,9	(110)
Chacidoidea	21,8	(1126)	9,0	(250)	Coleoptera	14,6	(261)	27,4	(217)
Platygastróidea	3,5	(180)	1,5	(42)	Neuroptera	3,7	(66)	1,8	(14)
Cynipoidea	1,3	(66)	0,8	(23)	Hemiptera	2,6	(47)	1,0	(8)
Ceraphronoidea	0,9	(47)	0,4	(12)	Dermaptera	0,1	(1)	0,0	(0)
Proctotrupoidea	0,5	(24)	0,3	(7)	Araneae	11,1	(199)	11,1	(88)
Evaniidae	0,2	(9)	0,2	(6)	-	-	-	-	-
Diptera	6,0	(312)	12,0	(334)	-	-	-	-	-
Total	100	(5167)	100	(2778)	Total	100	(1788)	100	(791)

Figura 13 – Croqui da área “Soja 1”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Soja safra 2008/2009, Ibiporã-PR

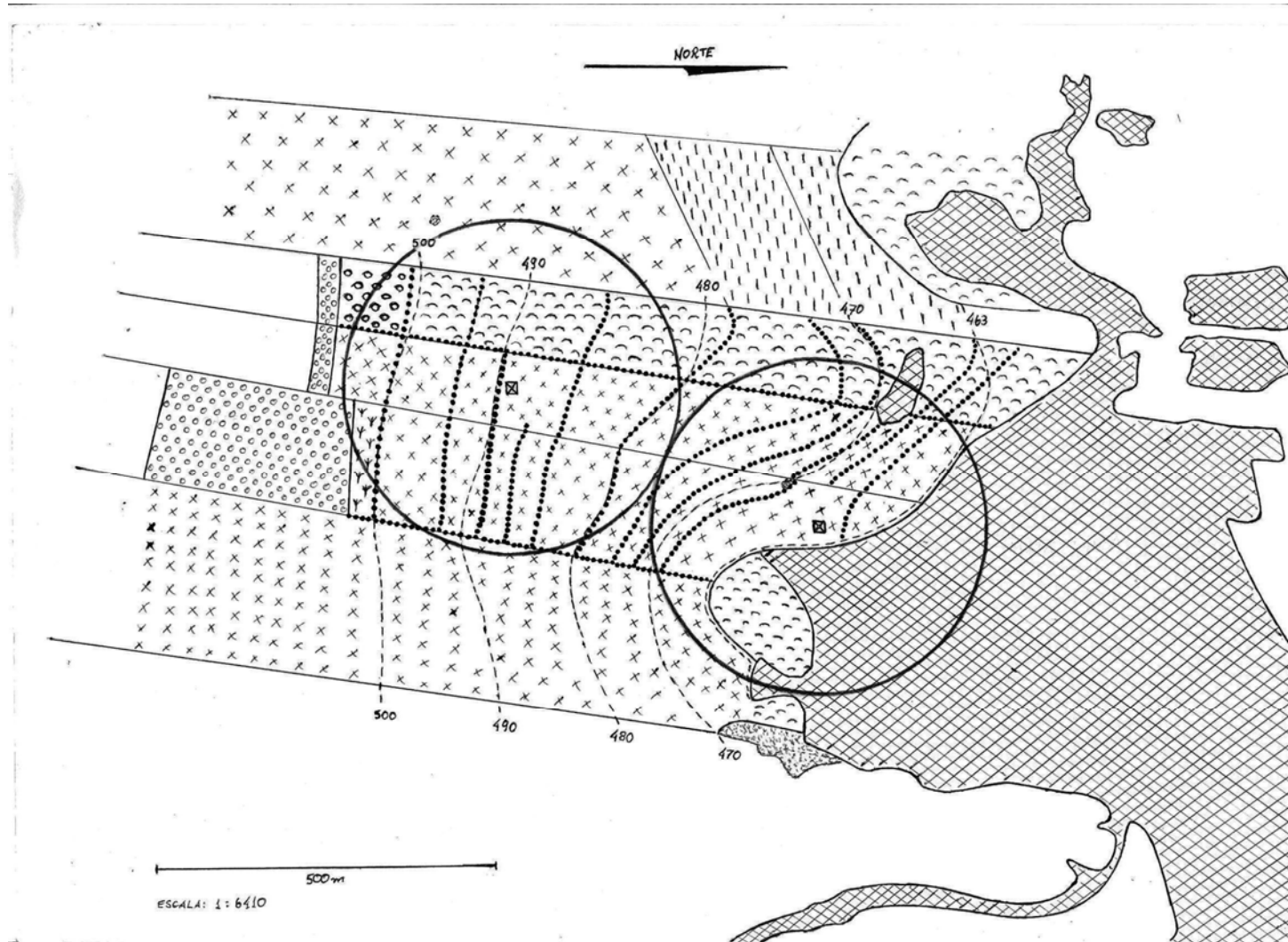
















Tabela 5 – Estimativa do índice fisiográfico da área “Soja 1”, safra 2008/2009, Ibiporã-PR

Perto da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (φ)		
			grau	φ parcial	
	Armadilha Malaise	-	-	-	
	Mata	67418,7	34,3	103,0	
	Pasto	17648,5	9,0	18,0	
	Estrada	591,25	0,3	0,0	
	Plantas espontâneas	3232,5	1,6	4,9	
	Árvore	63,6	0,03	0,1	
	Soja	107394,9	54,7	109,4	
Total		196349,5	100,0	-	235,4

Longe da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (φ)		
			grau	φ parcial	
	Armadilha Malaise	-	-	-	
	Cafeeiro	10064,7	5,1	15,4	
	Milho	4158,0	2,1	4,2	
	Pasto	42442,1	21,6	43,2	
	Plantas espontâneas	3227,4	1,6	4,9	
	Estrada	1219,8	0,6	0,0	
	Soja	135237,5	68,9	137,8	
Total		196349,5	100,0	-	205,5

6.1.2 Área de Soja – Soja 2

Nesta área, a população de insetos fitófagos, amostrados por meio de pano-de-batida, foi semelhante em ambos os transectos (Figura 14). Contudo, em uma das amostragens (R8), verificou-se maior ocorrência de predadores no transecto mais distante da borda da mata (Figura 15). Considerando-se apenas lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*), na mesma amostragem (estádio R8), constatou-se um maior número em transecto próximo a mata (Figura 16). Esses resultados contrastam com os de outros estudos como de Altieri e Schmidt (1986), que observaram maior número de fitófagos (cigarrinhas e pulgões) no centro de pomares de maçã, em oposição às árvores situadas próximas a área de mata adjacente. Mas, como as amostragens iniciaram-se apenas no período reprodutivo da soja, as populações observadas podem ter sido influenciadas por fatores não avaliados anteriormente, e capazes de modificar sua distribuição e dinâmica.

A ocorrência de *E. heros*, como já observado na área “Soja 1”, foi maior próximo a borda da mata, nas duas amostragens (Figura 17). Mais uma vez, a população desse percevejo não seguiu o padrão de distribuição das lagartas e, aparentemente, não houve interação com a ocorrência de predadores mostrados na figura 15.

Cerca de 90% dos fitófagos encontrados nos dois transectos da soja (Figura 18) pertencem às mesmas espécies: *E. heros*, *P. includens*, *Maecolaspis calcarifera* e *Piezodorus guildinii*, em ordem decrescente de abundância. Entretanto, no transecto próximo à mata, houve dominância de *E. heros*, enquanto no mais distante, as espécies de fitófagos apresentavam proporções mais equitativas.

Nessa área de soja, os predadores mais abundantes foram aranhas, *L. concinna* sp. e *Geocoris* sp., em ambos os transectos (Figura 19). A proporção de *Geocoris* sp. contrasta entre os dois transectos, sendo superior nos pontos mais distantes da mata; onde as três espécies de predadores apresentavam-se mais semelhantes entre si.

Figura 14 – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

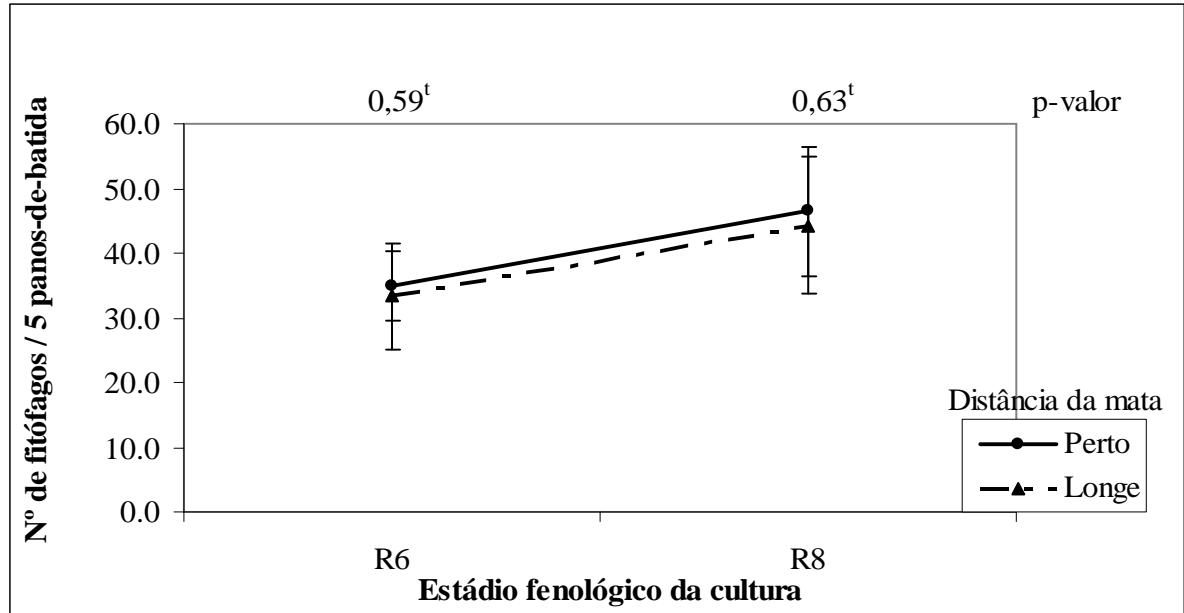


Figura 15 – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

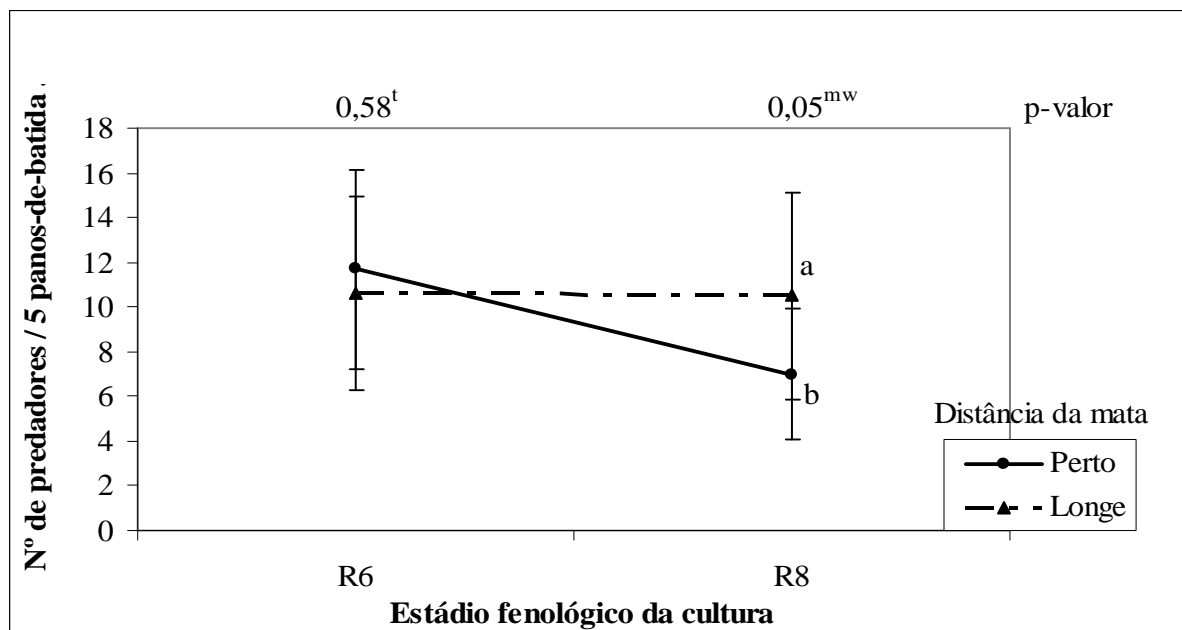


Figura 16 – Número médio (n=10) de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Lagartas coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

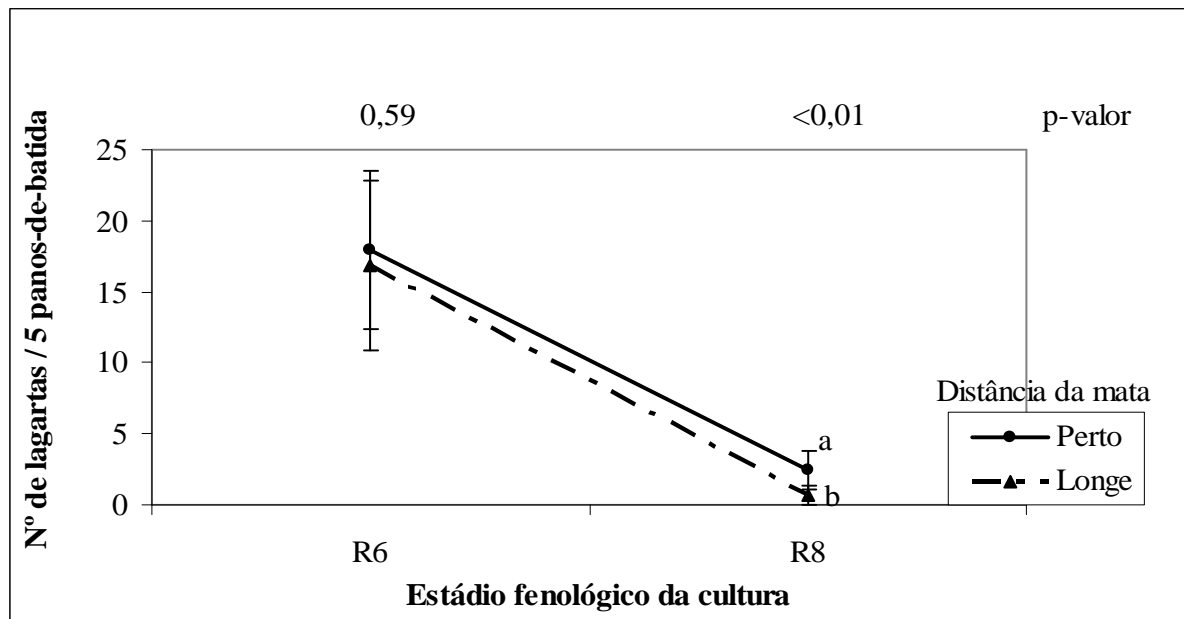


Figura 17 – Número médio (n=10) de *E. heros* coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Percevejos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

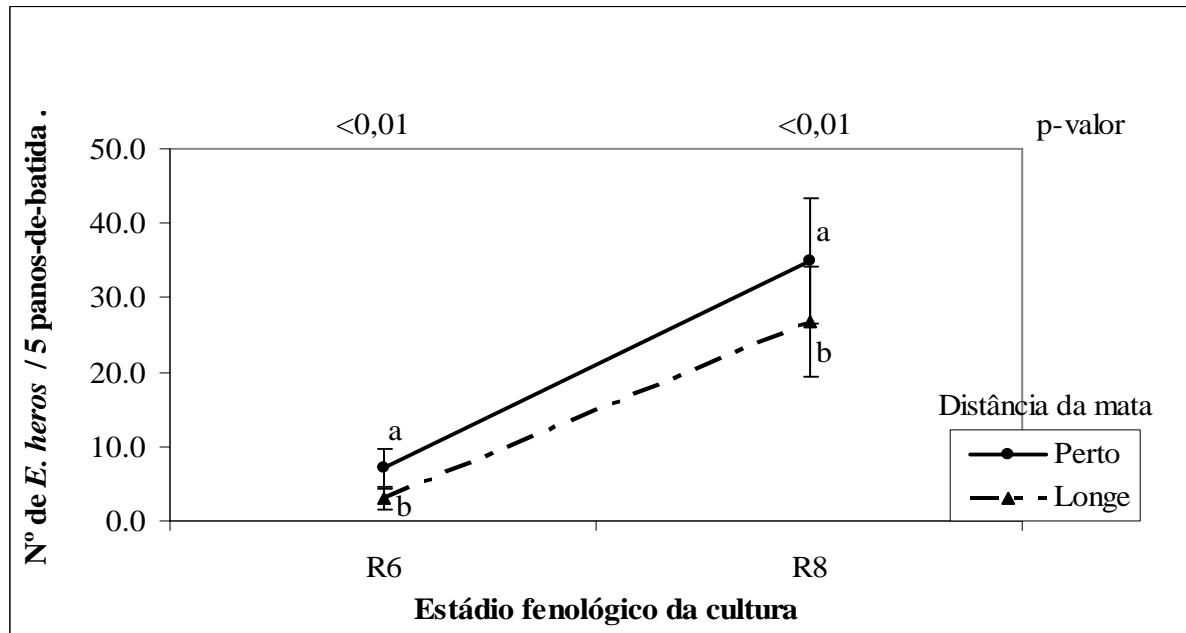


Figura 18 – Frequência relativa dos principais insetos fitófagos associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R6 e R8 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

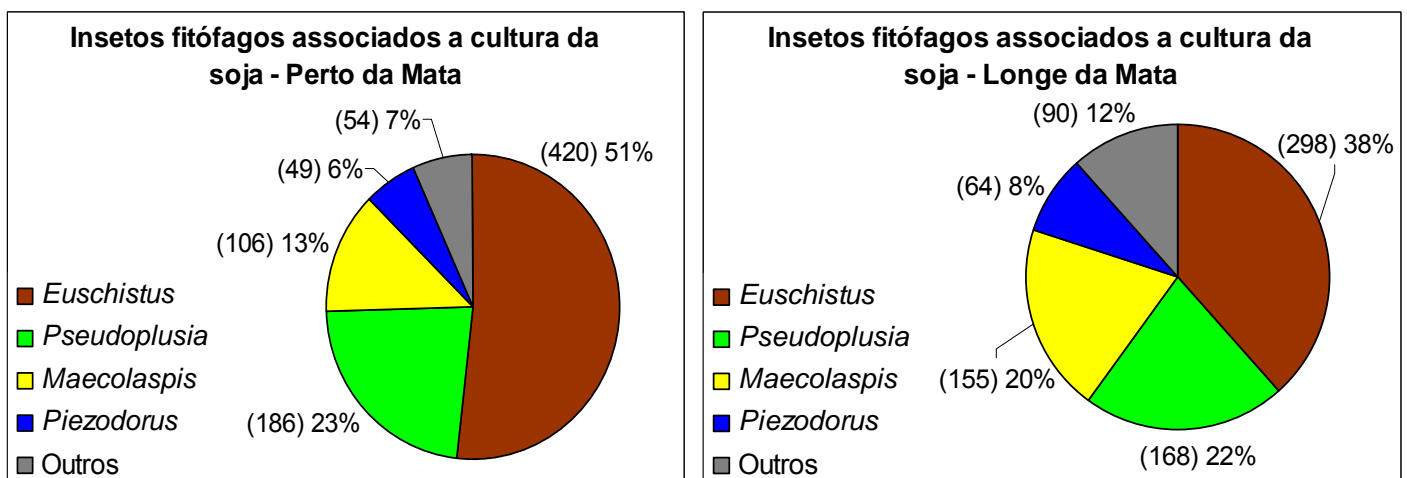
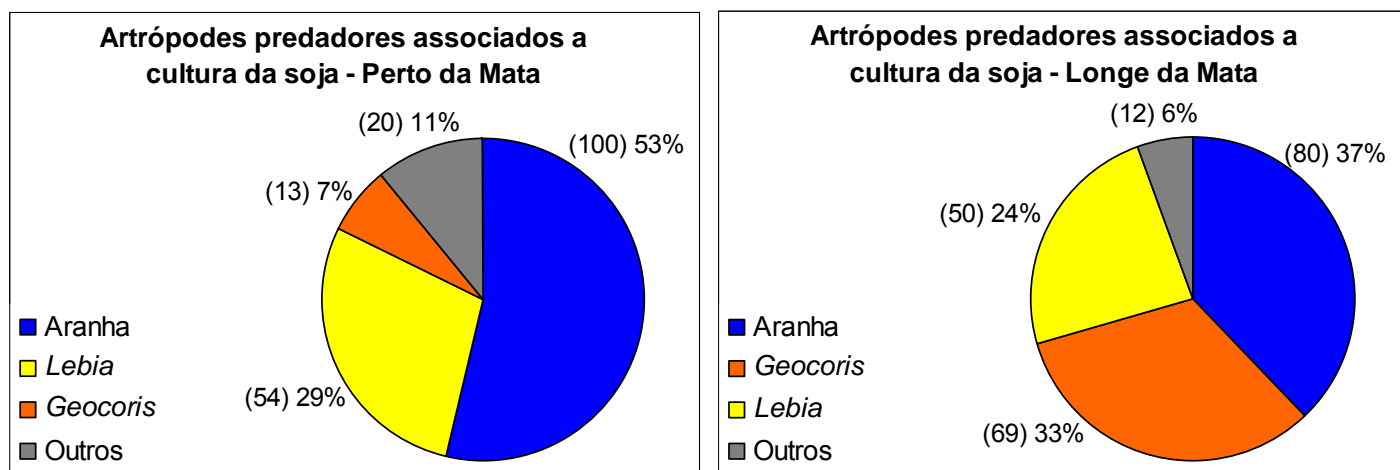


Figura 19 – Frequência relativa dos principais artrópodes predadores associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante o período de R6 e R8 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 2”, Ibiporã-PR



O parasitismo de lagartas de *P. includens* foi semelhante nos dois transectos, entretanto a mortalidade por *Nomuraea rileyi* foi maior no transecto próximo à mata (Tabela 6); indicando a influência positiva de fragmentos florestais na capacidade do fungo de causar epizootias, provavelmente devido ao microclima do local favorecer o patógeno. Demite e Feres (2007) também verificaram maior ocorrência de fungos sobre ácaros fitófagos, em seringueiras próximas a áreas de mata nativa. Esses autores ressaltam a importância das áreas de mata como reservatório de fungos entomopatogênicos, que a partir dali se disseminam para os campos de cultivo.

O nível de parasitismo de adultos de *E. heros* foi muito baixo, sem apresentar diferença entre os transectos (Tabela 7), mesmo quando foram coletados quantidades representativas do percevejo (estádio R8).

O índice fisiográfico indicou que a área “Soja 2” é mais simplificada do que a “Soja 1”, e que a porção não cultivada está restrita basicamente ao fragmento de mata nativa (Figura 20 e Tabela 8). Embora a diferença entre os índices fisiográficos dos pontos próximo e distante da mata seja a maior entre as três áreas de soja avaliada, a ocorrência de inimigos naturais não apresentou uma relação diretamente proporcional à diversidade de paisagem, já que se esperaria um maior número de predadores e parasitoides nos pontos próximos à borda da mata, como verificado por Altieri e Schmidt (1986) em pomares de maçã, com áreas de

mata adjacente. Os autores observaram maior abundância de predadores e parasitoides nas bordas do cultivo, mas como se trata de uma cultura perene, que sofre menos distúrbios do que uma cultura anual, a manutenção do controle biológico natural é facilitada (LANDIS *et al.* 2000). O fato das observações se basearem em apenas duas amostragens realizadas no final do ciclo (R6 e R8) da cultura da soja, dificulta a explicação do padrão de distribuição encontrado.

Tabela 6 – Percentual de *Pseudopiusia includens* vivas (que atingiram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*), coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, no estágio fenológico R6 da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

Estádio R6										
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	13,9	(16) ¹	79,1	(91)	0,9	(1)	6,1	(7) a ²	100,0	(115)
Longe	11,9	(15)	87,3	(110)	0,0	(0)	0,8	(1) b	100,0	(126)
p-valor ³					-		0,02 ⁴			

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente entre si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ p-valores com o sinal "-" indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Tabela 7 – Percentual de parasitismo em *Euschistus heros* parasitados, coletadas em transectos perto (25m) e longe da borda da mata (525m), nos estádios fenológicos R6 e R8 da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 2”, Ibiporã-PR

Estádio R6						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	94,7	(54) ¹	5,3	(3)	100,0	(57)
Longe	100,0	(26)	0,0	(0)	100,0	(26)
p-valor ³			-		⁴	

Estádio R8						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	98,6	(212)	1,4	(3) a ²	100,0	(215)
Longe	98,0	(145)	2,0	(3) a	100,0	(148)
p-valor			0,64			

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ p-valores com o sinal "-" indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Figura 20 – Croqui da área “Soja 2”. Os círculos (raio = 250m) representam as áreas de amostragem que continham os transectos, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Soja safra 2008/2009, Ibiporã-PR

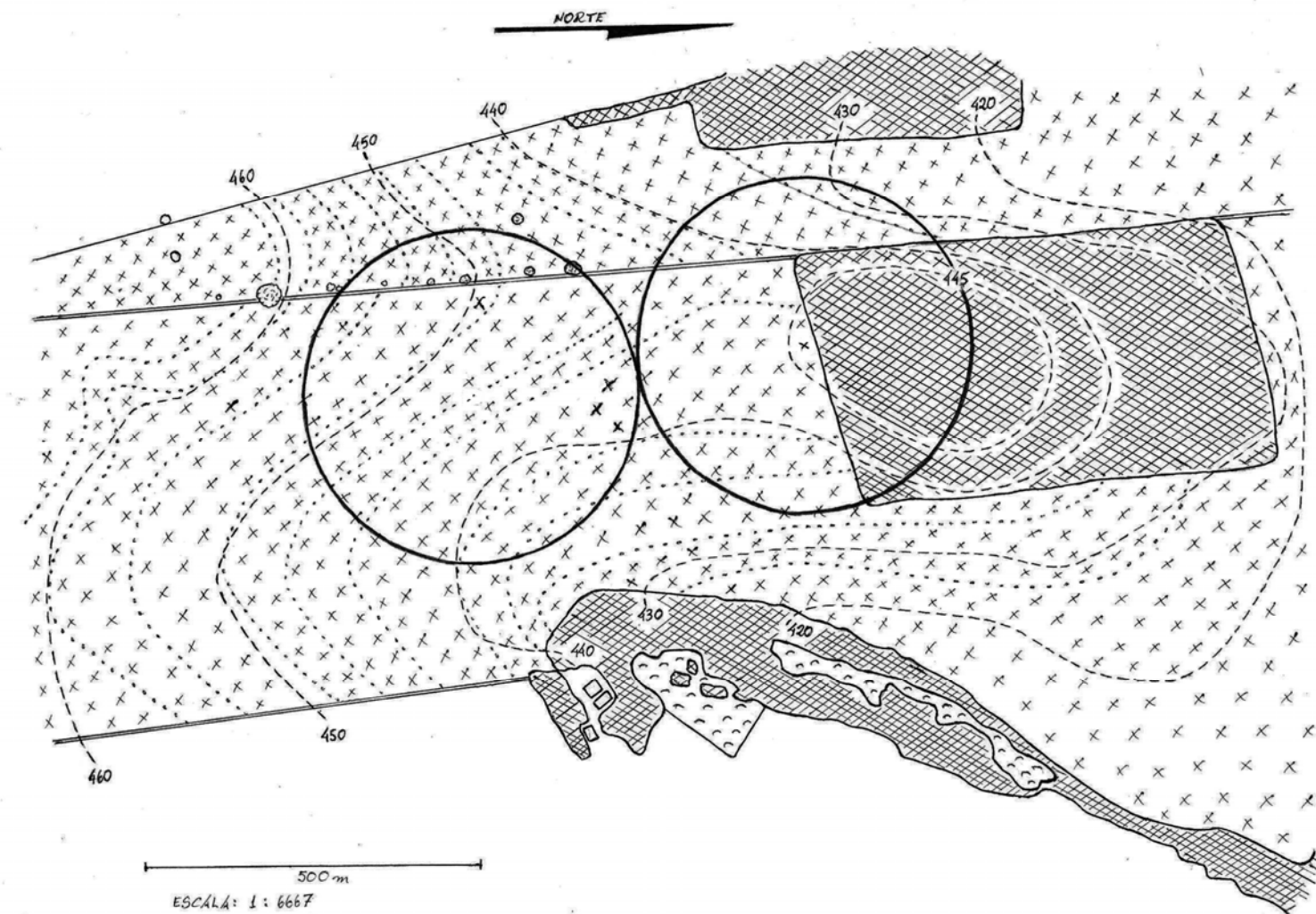

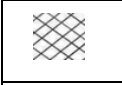






Tabela 8 – Estimativa do índice fisiográfico da área “Soja 2”, safra 2008/2009, Ibiporã-PR

Perto da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (ϕ)		
			grau	ϕ parcial	
	Estrada	3560,0	1,8	0	0,0
	Mata	73060,4	37,2	3	111,6
	Soja	119729,1	61,0	2	122,0
Total		196349,5	100,0	....	233,6

Longe da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (ϕ)		
			grau	ϕ parcial	
	Estrada	2800,0	1,4	0	0,0
	Árvore	550,8	0,3	3	0,8
	Soja	192998,7	98,3	2	196,6
Total		196349,5	100,0	....	197,4

6.1.3 Área de Soja – Soja 3

A quantidade de fitófagos, amostrados por pano-de-batida, diferiu entre os transectos apenas em dois dos cinco estádios avaliados: R1 e R6 (Figura 21). Em R1, a população foi maior no transecto próximo a mata, ocorrendo o inverso no estádio R6. Nestas duas amostragens, as populações de lagartas não diferiram entre os transectos (Figura 23), enquanto os percevejos ocorreram, em maior número próximo à borda da mata em R1, sendo o contrário em R6 (Figura 24).

Deste modo, as diferenças observadas na figura 1 refletem, principalmente, as variações na população de *E. heros*, visto que a espécie representou 50% e 45% dos insetos fitófagos coletados em transecto próximo e distante da mata, respectivamente (Figura 25). Isso explica o fato de não se encontrar diferenças para fitófagos, entre transectos, nos estádios R3 e R5, uma vez que o maior número de lagartas em transecto longe da mata foi equilibrado pela

proporção contrária de percevejos, fazendo com que as possíveis diferenças fossem diluídas, quando analisadas de forma geral.

A flutuação nas populações de predadores apresenta diferença entre os transectos apenas em duas avaliações (estádios R5 e R6), em ambas com predominância para o transecto mais distante da mata (Figura 22). Isso indica que esses predadores devem estar mais relacionados à ocorrência de algum inseto fitófago, como lagartas que tiveram um pico populacional anterior (R3), do que à presença da mata; esta poderia representar uma fonte de colonização no período vegetativo da cultura, mas que não foi avaliado.

O fato da paisagem agrícola deste local (Soja 3) conter apenas 32 e 52 % de área com a cultura anual (Tabela 12) pode ter obscurecido o papel do fragmento de mata; já que, mesmo para o transecto mais distante da mata, o índice fisiográfico aponta uma grande diversidade de paisagem (Figura 30 e Tabela 12). Tschardtke *et al.* (2002) observaram que o efeito de borda não é constatado em paisagens agrícolas com mais de 20% de área não cultivada, e o mesmo pode ter ocorrido com os predadores para esta área de estudo.

A menor ocorrência de lagartas em transecto próximo a borda da mata (Figura 23) pode estar associada a presença de predadores que não podem ser amostrados por pano-de-batida, como por exemplo pássaros, que são bem conhecidos por predação insetos. A presença de mata permite maior ocorrência de pássaros, principalmente por fornecer o hábitat adequado (abrigo), que de outro modo não seriam encontrados nas paisagens agrícolas (SPARKS *et al.* 1996, FULLER *et al.* 1997). A redução da população de lagartas na área próxima à mata pode ter sido influenciada por alguns grupos de inimigos naturais como vespas, asilídeos e dolichopodídeos que foram mais abundantes naquele local, como revelado pelas coletas em armadilhas Malaise (Tabela 12 e Anexo II).

Cerca da metade dos insetos fitófagos coletados na cultura da soja, em ambos os transectos, eram *E. heros* (Figura 25). Dentre as lagartas, predominou *A. gemmatilis*, havendo ocorrência de *P. includens* apenas no transecto distante da mata.

Quanto aos predadores amostrados com pano de batida, houve o predomínio de aranhas, nas proporções de 70% e 74% de ocorrência para os transectos perto e longe da borda da mata, respectivamente (Figura 26). Contudo, o

grupo de percevejos predadores Reduviidae foi encontrado apenas no transecto próximo a borda da mata.

Através da coleta de lagartas (*A. gemmatalis* + *P. includens*) não foi possível constatar diferenças entre transectos, quanto à mortalidade por parasitoides ou patógenos (Tabela 9). O parasitismo de adultos de *E. heros*, chegou a 5%, e também foi semelhante entre os transectos. No entanto, constata-se que nas três amostragens em que houve parasitismo, as taxas foram maiores no transecto próximo à mata, e no estágio R5 houve uma tendência (p-valor=0,09) a favor deste comportamento (Tabela 10).

Figura 21 – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (†) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

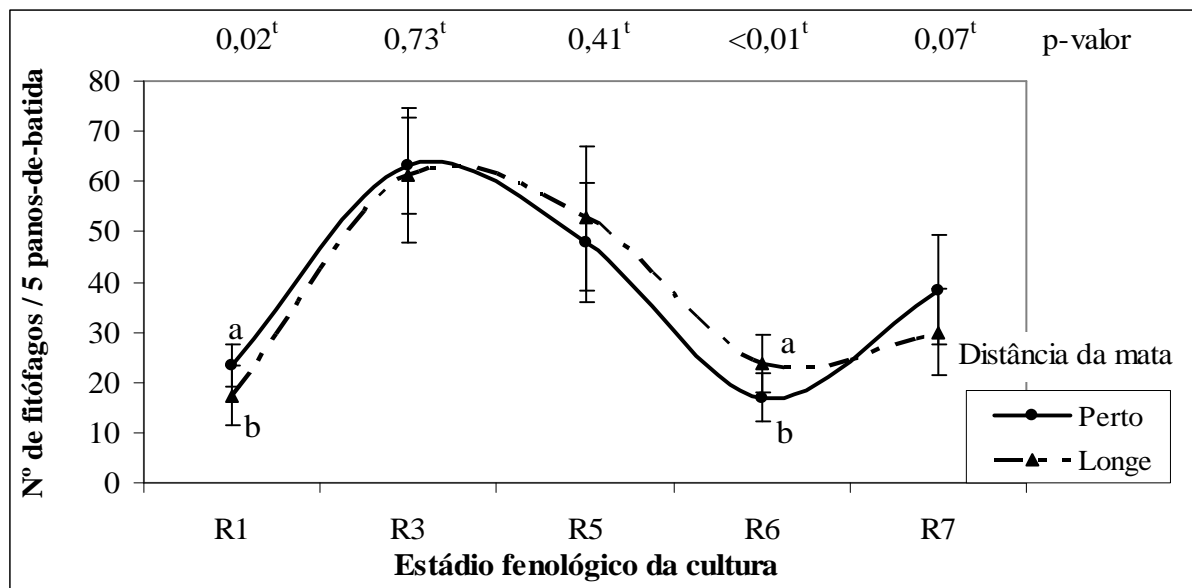


Figura 22 – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

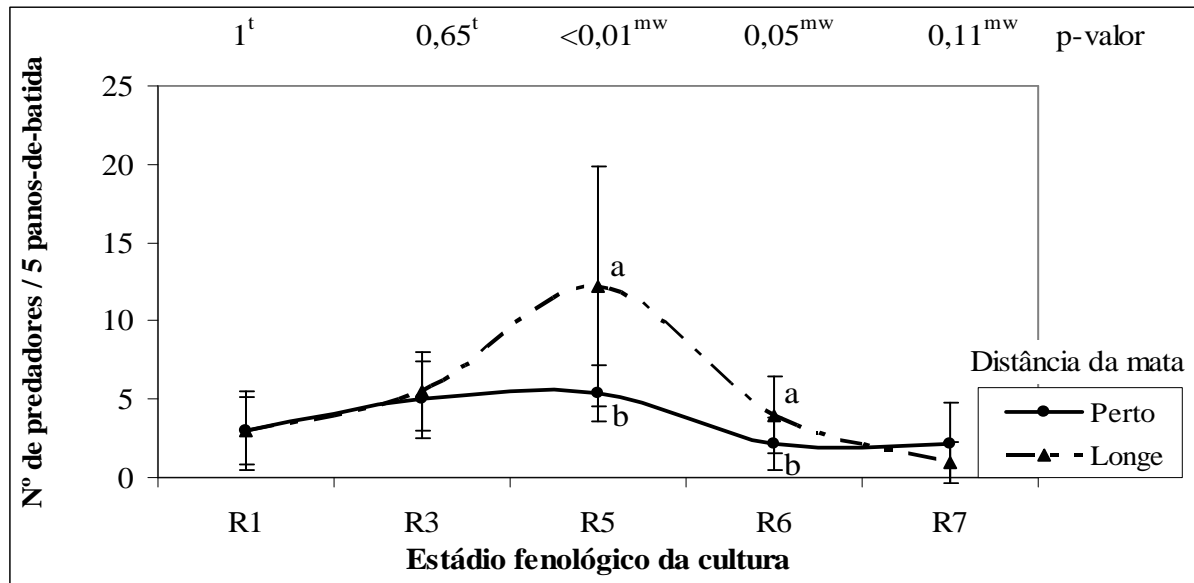


Figura 23 – Número médio (n=10) de lagartas (*A. gemmatalis* e *P. includens*) coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Lagartas coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. P-valores com sinal “-” indicam que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

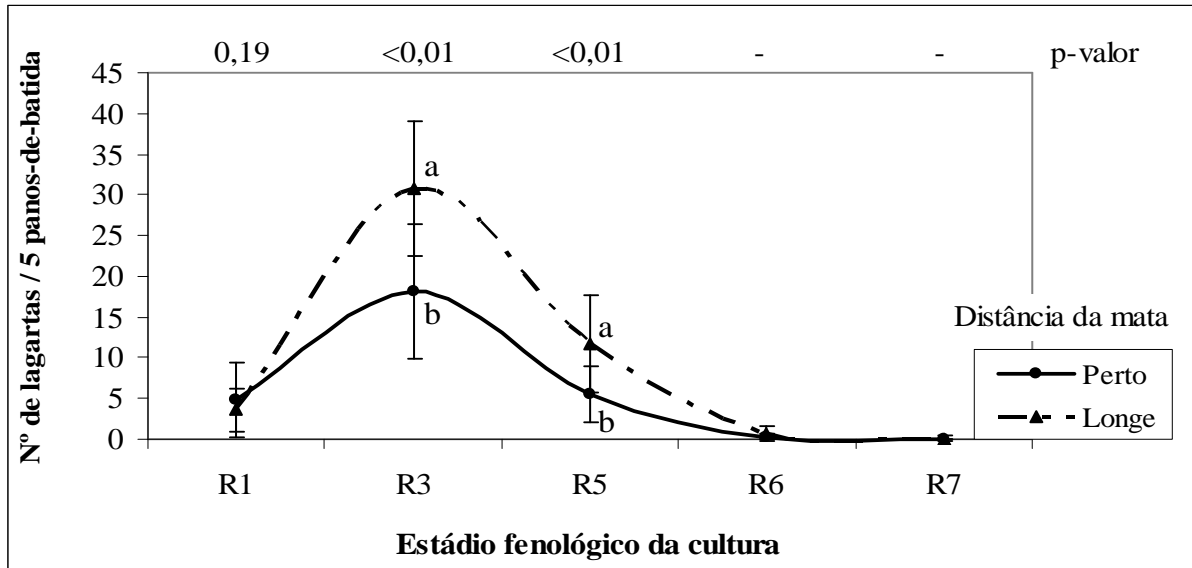


Figura 24 – Número médio (n=10) de *E. heros* coletados em cinco panos-de-batida, ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Percevejos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

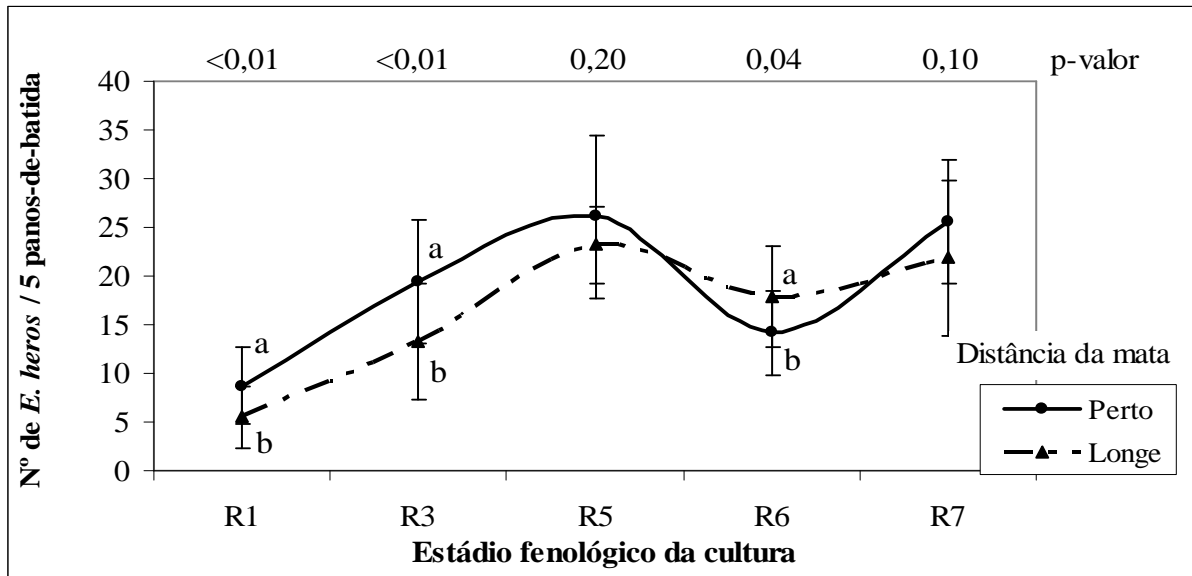


Figura 25 – Frequência relativa dos principais insetos fitófagos associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante todo o período de R1 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 3”, Rolândia-PR

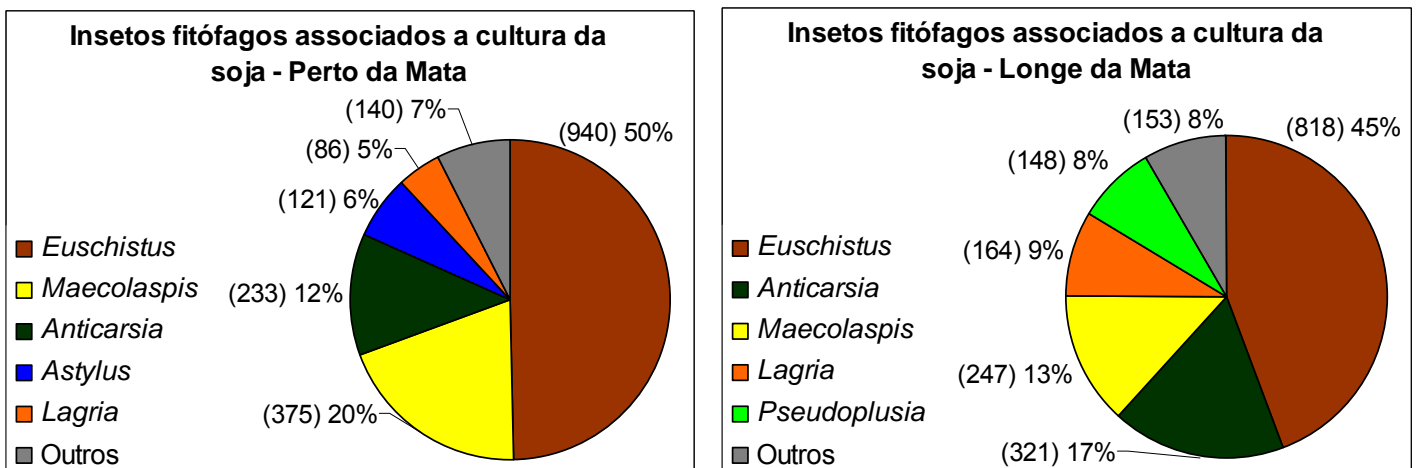
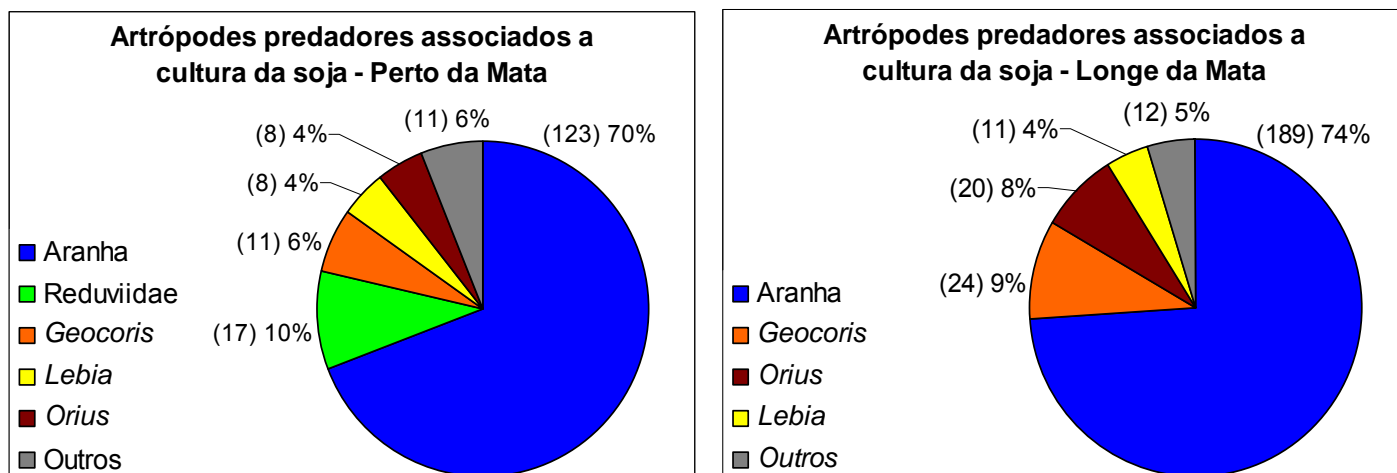


Figura 26 – Frequência relativa dos principais artrópodes predadores associados a cultura da soja (safra 2008/2009), amostrados durante todo o período de R1 a R7 pelo método de batida-de-pano, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Soja 3”, Rolândia-PR



As populações de grupos predadores monitoradas por armadilha Malaise apresentaram-se sempre maiores (quando houve diferenças significativas) no ponto próximo à mata (Figura 27). Dos nove períodos avaliados, apenas em dois não foi possível verificar diferenças significativas entre os transectos. Nota-se o padrão de distribuição de predadores amostrados por Malaise (Figura 27) diferiu daquele observado com uso do pano-de-batida (Figura 22 e 26), o que pode ser explicado pela diferença de táxons capturados com os dois métodos. Se considerarmos na captura em armadilha Malaise, apenas os mesmos predadores que foram amostrados com pano-de-batida, então teríamos um maior número de predadores no transecto distante da mata, com resultado muito semelhante aquele relatado para o pano-de-batida (para maior detalhe ver Anexo II).

Em relação aos táxons de parasitoides monitorados pelas armadilhas Malaise (Figura 28), verifica-se que a maior parte das diferenças significativas entre os pontos, foi em favor de maiores populações próximas à mata. Em cinco, dos nove períodos avaliados, houve maior número de parasitoides perto da mata e, em apenas um, a diferença foi favorável à armadilha mais distante.

Esses resultados corroboram a hipótese de que maior proporção de inimigos naturais pode ser encontrada em áreas próximas a fragmentos florestas, devido principalmente à maior diversidade do habitat. Da mesma forma, Molina-Ochoa (2004) relata maiores taxas de parasitismo da lagarta-do-cartucho em milho,

em cultivos próximos de habitats com maior diversificação ecológica, como florestas, pomares e pastagens.

O cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener para táxons de inimigos naturais (famílias de parasitoides e predadores) capturados por Malaise (Figura 29) revela que, para a maioria das amostragens, houve maior diversidade de inimigos naturais no ponto mais distante da mata (exceção para R1, R2 e R6).

Numericamente, entre os táxons de inimigos naturais capturados nas armadilhas Malaise (Tabela 11), foram dominantes os Ichneumonoidea (Hymenoptera) entre os parasitoides, e os taxons de Diptera entre os predadores, nos dois pontos de coleta. Apesar de maior número de parasitoides e predadores terem sido capturados no ponto próximo da borda da mata, a maior riqueza e equitabilidade de táxons ocorreram no ponto mais distante (para maiores detalhes ver Anexo II). Este fato deve estar relacionado à grande diversidade na estrutura de paisagem encontrada na área “Soja 3”, onde o índice fisiográfico alcançou valores relativamente altos, em ambos os pontos; apenas um pouco superior na proximidade da mata, em virtude de maior porcentagem de área não cultivada. (Figura 30 e Tabela 12).

Tabela 9 – Percentual de lagartas (*Anticarsia gemmatalis* + *Pseudoplusia includens*): vivas (atingiram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*); coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos estádios fenológicos R3 e R5 da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

Estádio R4											
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total		
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	
Perto	20,4	(11) ¹	75,9	(41)	3,7	(2)	0,0	(0)	100,0	(54)	
Longe	72,2	(65)	27,8	(25)	0,0	(0)	0,0	(0)	100,0	(90)	
p-valor ³						- ⁴					

Estádio R5											
Distância da Mata	ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total		
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	
Perto	7,7	(2)	84,6	(22)	7,7	(2) a ²	0,0	(0)	100,0	(26)	
Longe	6,9	(2)	89,7	(26)	3,4	(1) a	0,0	(0)	100,0	(29)	
p-valor						0,48					

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente ente si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ p-valores com o sinal "-" indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Tabela 10 – Percentual de parasitismo em adultos de *Euschistus heros*, coletados em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos estádios fenológicos da cultura da soja, safra 2008/2009. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

Estádio R4						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	98,0	(48) ¹	2,0	(1)	100,0	(49)
Longe	100,0	(35)	0,0	(0)	100,0	(35)
p-valor ³					-	
Estádio R5						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	95,2	(199)	4,8	(10) a ²	100,0	(209)
Longe	98,1	(212)	1,9	(4) a	100,0	(216)
p-valor					0,09	
Estádio R6						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	100,0	(122)	0,0	(0)	100,0	(122)
Longe	100,0	(199)	0,0	(0)	100,0	(199)
p-valor					-	
Estádio R7						
Distância da Mata	Não parasitados		Parasitados		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	94,9	(204)	5,1	(11) a	100,0	(215)
Longe	96,2	(202)	3,8	(8) a	100,0	(210)
p-valor					0,51	

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ p-valores com o sinal "-" indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Figura 27 – Ocorrência de artrópodos predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

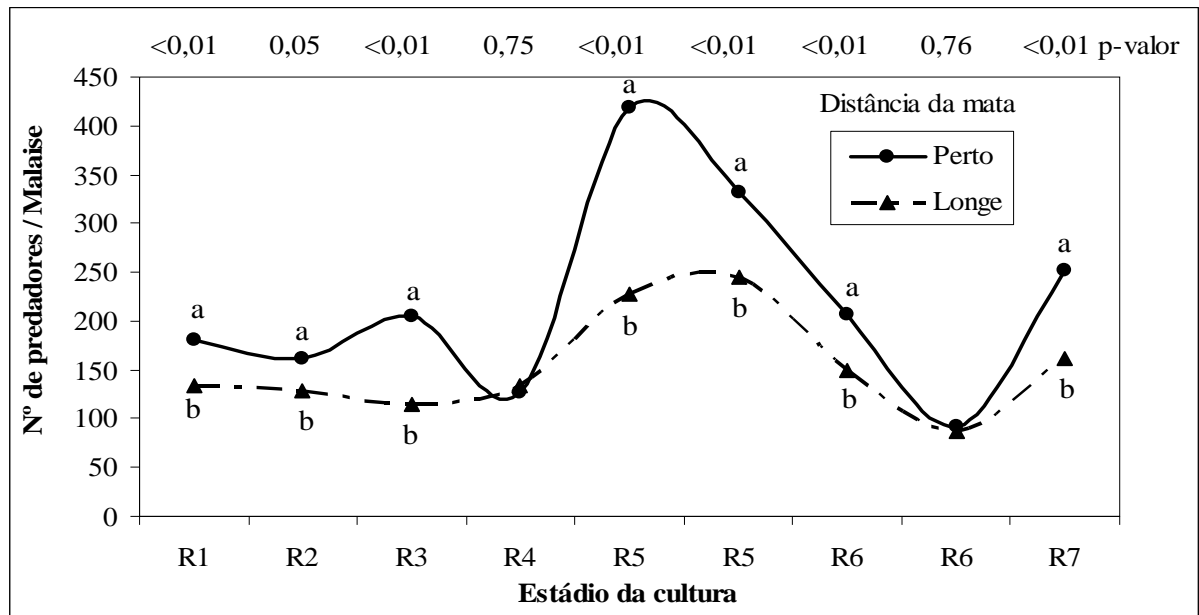


Figura 28 – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

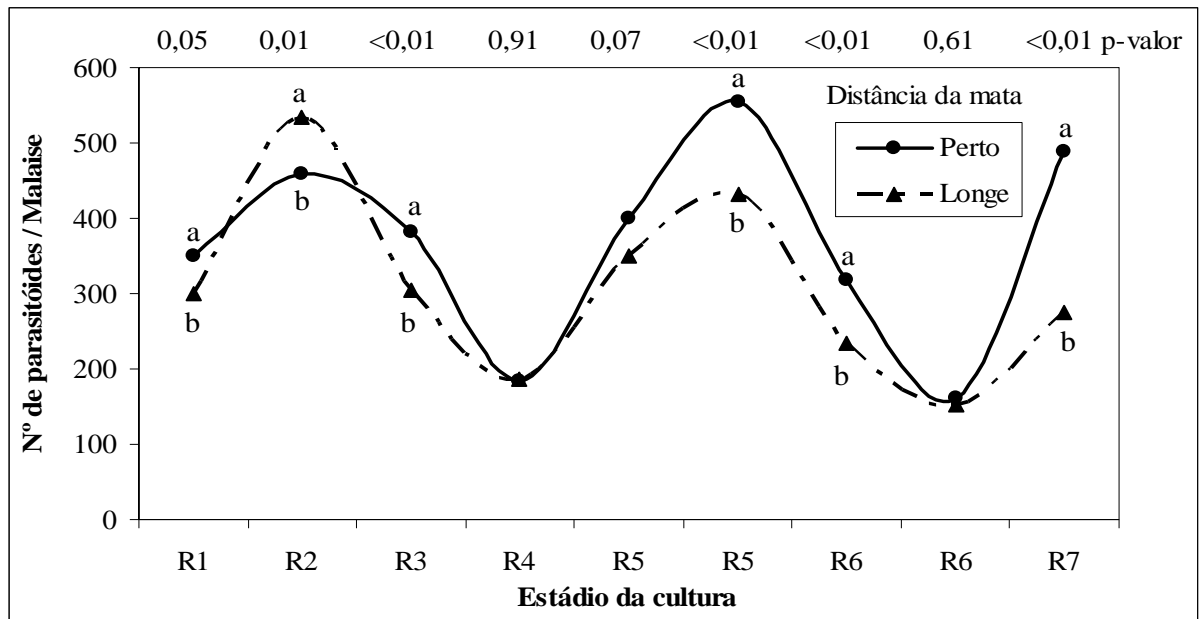


Figura 29 – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

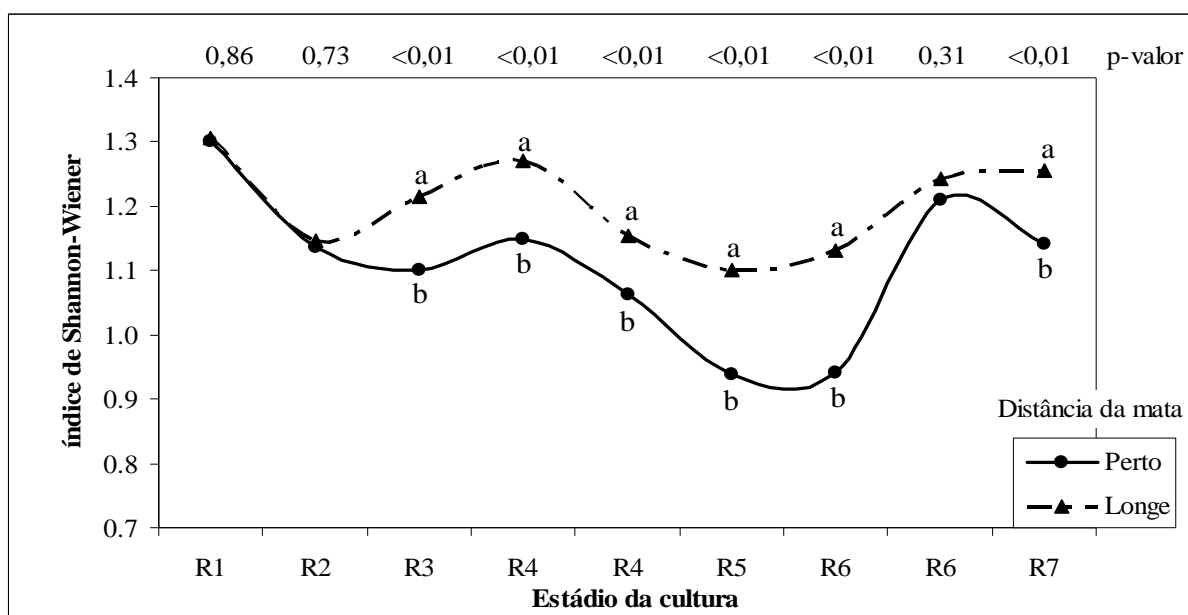


Tabela 11 – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura da soja (safra 2008/2009) durante o período de R1 a R7, capturados por armadilha Malaise próxima (25m) e distante (525m) da borda da mata. Área “Soja 3”, Rolândia-PR

Táxon	Parasitoides				Predadores				
	Perto		Longe		Perto		Longe		
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	
Hym. Aculeata	7,4	(245)	7,0	(194)	Diptera	66,7	(1317)	42,5	(586)
Ichneumonoidea	41,1	(1356)	40,5	(1121)	Hymenoptera	13,2	(260)	9,6	(132)
Chacidoidea	18,7	(616)	14,0	(387)	Coleoptera	9,8	(194)	19,7	(272)
Platygastoidea	15,8	(522)	11,6	(320)	Hemiptera	2,2	(43)	4,1	(56)
Proctotrupeidea	2,2	(71)	1,5	(41)	Neuroptera	2,0	(40)	6,3	(87)
Ceraphronoidea	2,1	(69)	1,5	(42)	Dermaptera	0,1	(1)	0,7	(9)
Cynipoidea	1,5	(51)	1,8	(51)	Araneae	6,1	(120)	17,2	(238)
Evaniidae	0,1	(4)	0,3	(7)	-	-	-	-	-
Diptera	11,0	(363)	21,9	(606)	-	-	-	-	-
Total	100	(3297)	100	(2769)	Total	100	(1975)	100	(1380)

Figura 30 – Croqui da área “Soja 3”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Soja safra 2008/2009, Rolândia-PR

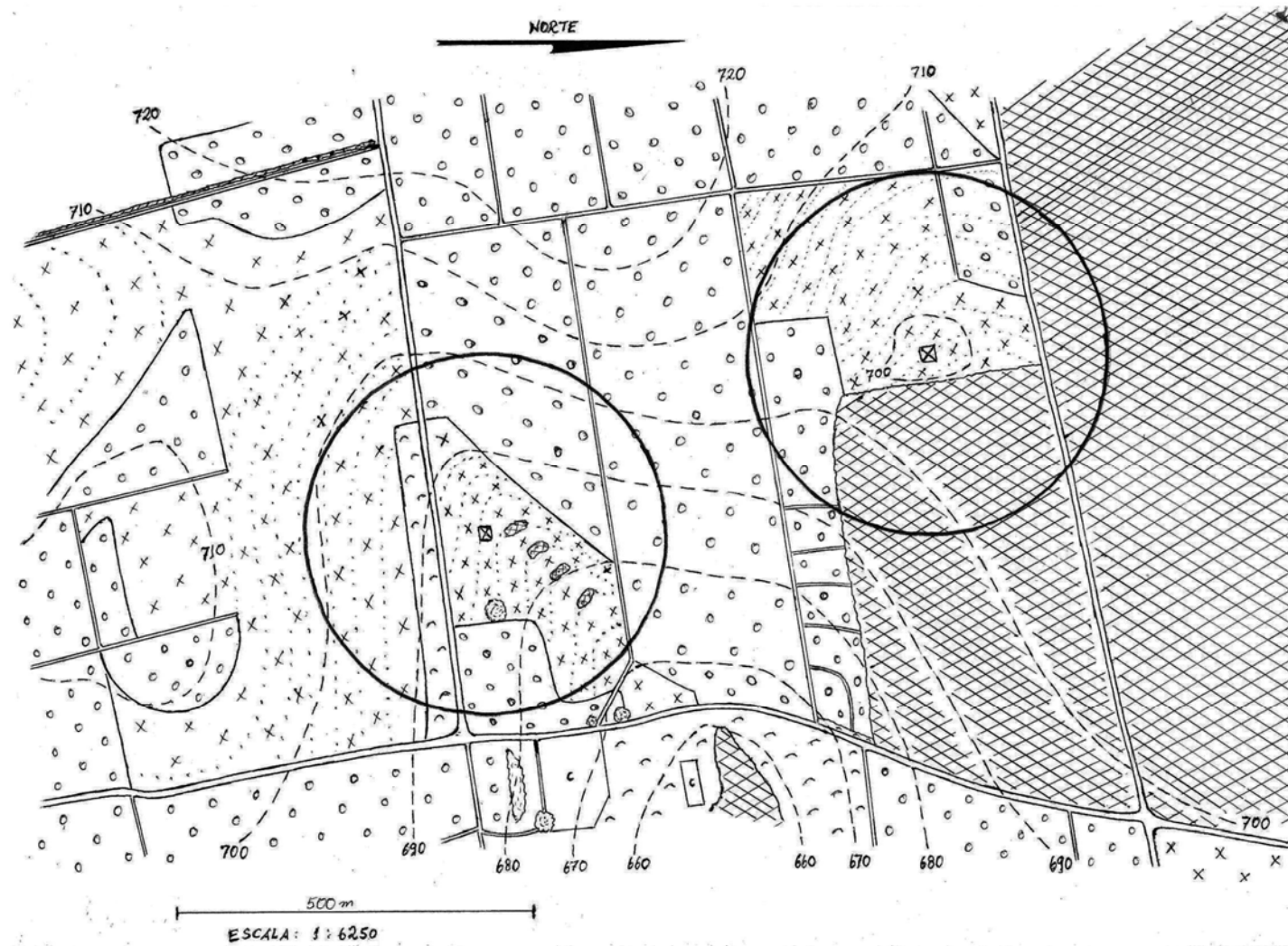














Tabela 12 – Estimativa do índice fisiográfico da área “Soja 3”, safra 2008/2009, Ibiporã-PR

Perto da Mata				
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (ϕ)	
			grau	ϕ parcial
 Armadilha Malaise	-	-	-	-
 Estrada	3872	2,0	0	0,0
 Cafeeiro	34123,2	17,4	3	52,1
 Mata	94164,5	48,0	3	143,9
 Soja	64189,7	32,7	2	65,4
Total	196349,5	100,0	-	261,4

Longe da Mata				
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (ϕ)	
			grau	ϕ parcial
 Armadilha Malaise	-	-	-	-
 Estrada	4680,5	2,4	0	0,0
 Árvore	615,8	0,3	3	0,9
 Bananeira	1267,0	0,6	3	1,9
 Cafeeiro	69329,9	35,3	3	105,9
 Pasto	17010,2	8,7	2	17,3
 Soja	103446,2	52,7	2	105,4
Total	196349,5	100,0	-	231,5

6.2.1 Área de Milho – Milho 1

Durante o período avaliado, não houve diferença entre os transectos da área “Milho 1” para o número de insetos fitófagos (Figura 31), provavelmente devido às condições de paisagem local do agroecossistema (Figura 41), que possuía pequena quantidade relativa da cultura (nos 250m de raio a partir das armadilhas malais). Assim, inúmeros fatores, além da distância da mata, afetaram a dinâmica dos fitófagos na cultura do milho.

Maior número de predadores foi observado em transecto próximo a mata (Figura 32) na primeira avaliação (V12), este resultado é semelhante ao observado na área “Soja 1” do presente estudo e também por Altieri e Todd (1981), onde os autores verificaram maior ocorrência de predadores em plantas próximas a fragmentos florestais nos estádios iniciais da cultura da soja.

Como não houve diferenças quanto ao número de insetos fitófagos em ambos os transectos, o maior número de insetos predadores encontrados em transecto próximo a mata, não pode ser atribuída à relação densodependente entre predador e presa, mas sim a influência favorável da mata sobre os predadores. Diversos trabalhos relatam o benefício da mata sobre a população de predadores (ALTIERI, 1991; ANDOW, 1991), seja por propiciar alimento ou presa alternativa (SOLOMON, 1981), ou ainda por fornecer abrigo (ALTIERI *et al.*, 2003).

Apenas três insetos fitófagos foram coletados do cartucho ou espiga durante o período de amostragem, sendo a presença de *S. frugiperda* constatada durante todo o período avaliado, enquanto *H. zea* e *Diabrotica* sp. estavam presentes apenas em período reprodutivo do milho. Não houve diferença quanto a riqueza e homogeneidade de distribuição destes fitófagos (Figura 33).

Dos insetos predadores, *Orius* sp. foi dominante em ambos os transectos, com quase 50% do total de predadores ocorrentes. Houve maior riqueza de espécies predadoras em transecto longe da mata, onde foi constatada a presença de *Doru* sp., entretanto neste transecto os predadores estavam distribuídos de forma mais heterogênea (Figura 34).

Figura 31 – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

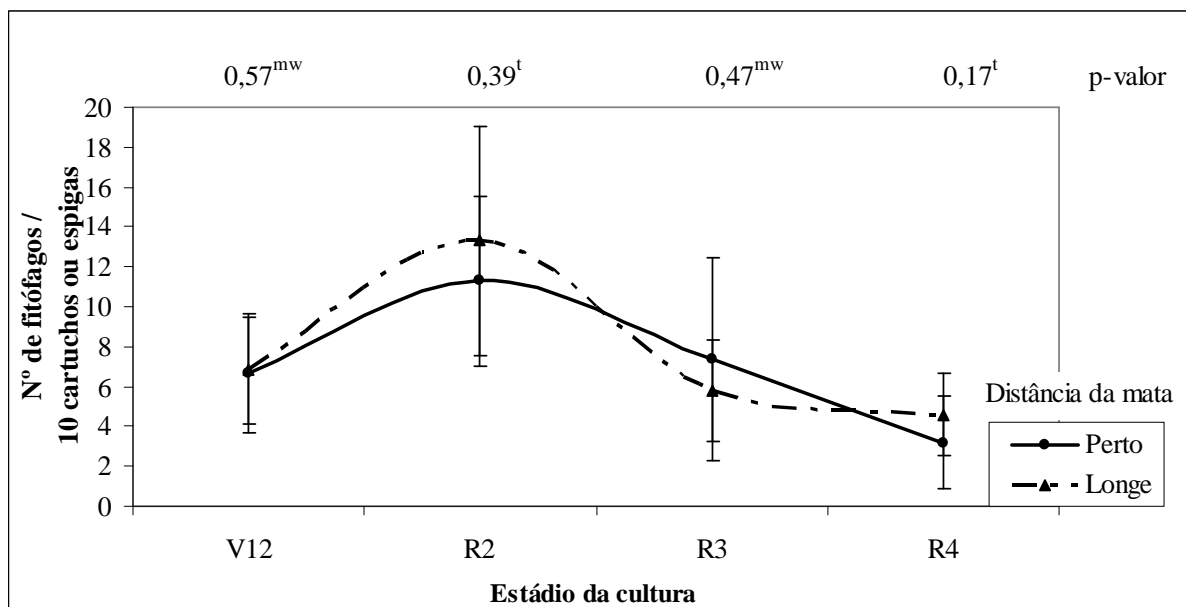


Figura 32 – Número médio (n=10) de artrópodos predadores coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

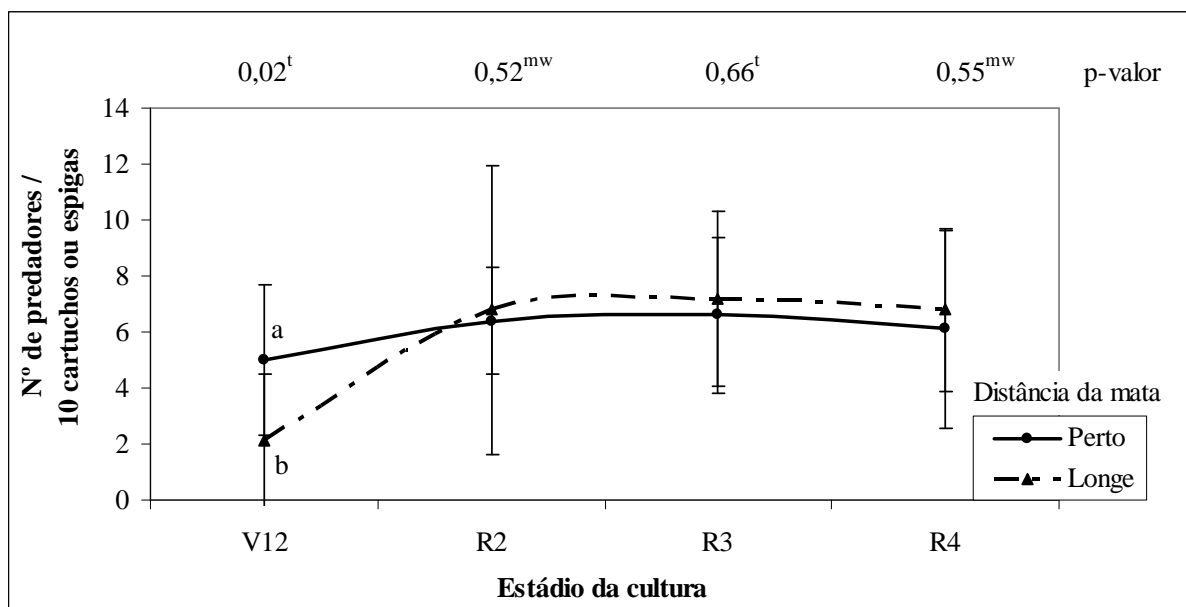


Figura 33 – Frequência relativa dos principais fitófagos associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

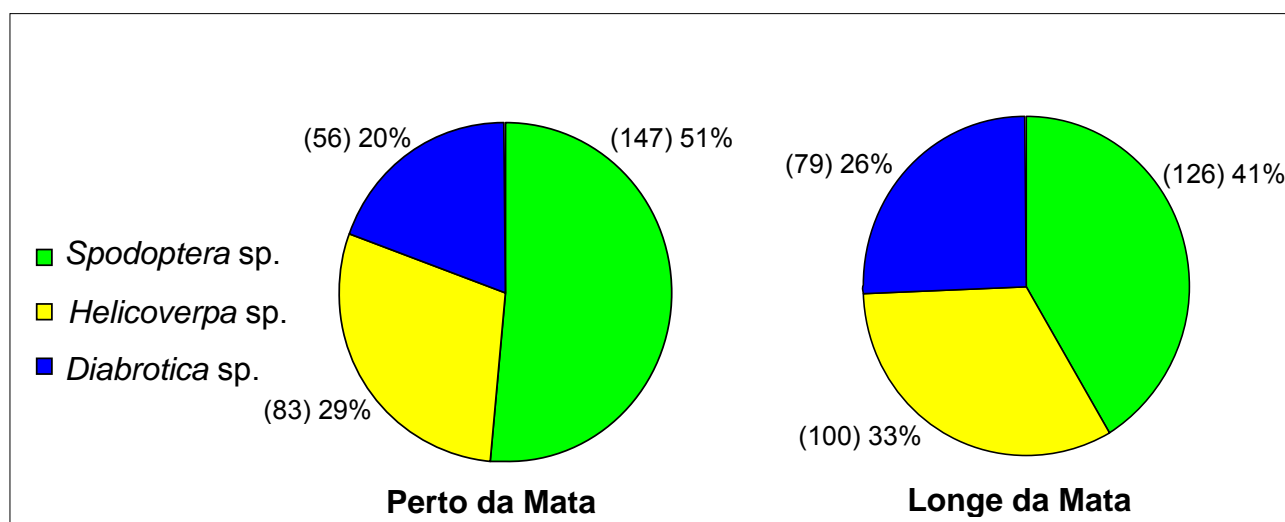
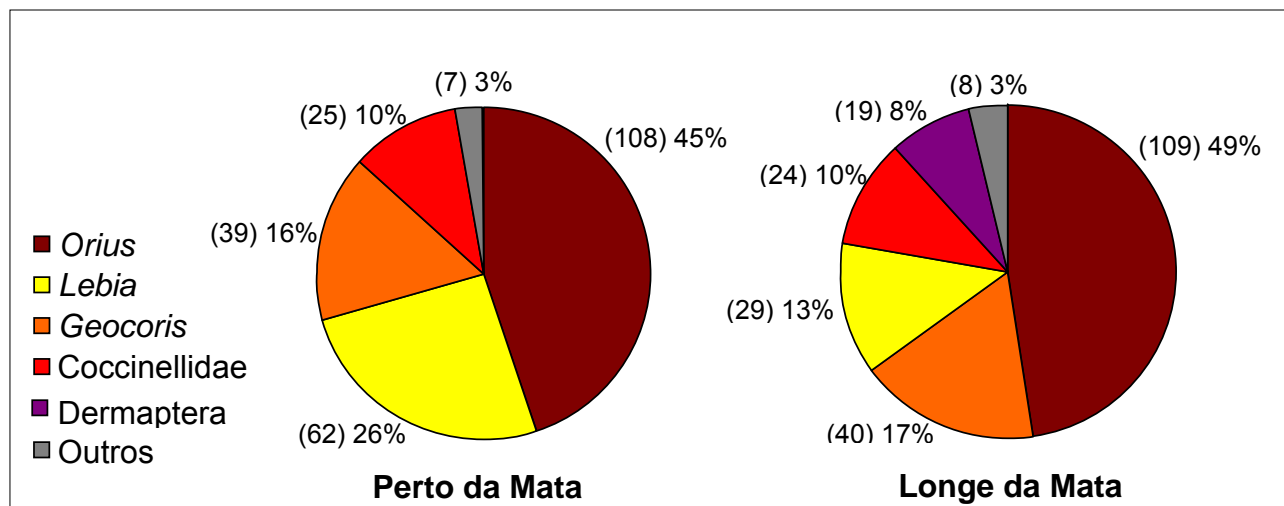


Figura 34 – Frequência relativa dos principais predadores associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR



Em hospedeiros coletados, não houve diferença na mortalidade por parasitismo ou patógenos (Tabela 13), provavelmente devido à baixa incidência de *S. frugiperda* e conseqüentemente menor atração dos parasitoides pelos semioquímicos liberados pelas fezes das lagartas (LOKE *et al.*,1983) e menor chance de encontro entre lagarta e patógeno.

A incidência de *S. frugiperda* em cartuchos de milho ocorreu de forma semelhante em ambos os transectos, não havendo diferença entre os locais de cultivo (Figura 35). O mesmo foi observado para a nota dada a severidade de ataque de *S. frugiperda* (Figura 36). Também foi possível observar que das plantas com dano, a de nota três foi a que teve maior ocorrência e não houve plantas com nota cinco (Figura 37).

O número de predadores capturados por armadilha Malaise foi maior em transecto próximo (Figura 38), entretanto, nesta área as diferenças ocorreram no meio do desenvolvimento da cultura, e não no início como foi observado em áreas de soja. De forma semelhante ocorreu para parasitoides, contudo o maior número de parasitoides em transecto próximo a mata não se concentrou em determinado período de desenvolvimento da cultura (Figura 39).

Os resultados aqui obtidos revelam uma influência favorável da mata sobre a ocorrência de inimigos naturais, o mesmo é verificado em outros trabalhos,

tanto para parasitoides (SILVA *et al.*,2010; DALL’OGLIO *et al.* 2003; MOLINA-OCHOA, 2004) como para predadores (ALTIERI e TODD, 1981; ALTIERI e SCHMIDT, 1986), e até em entomopatógenos (DEMITTE e FERES, 2007).

Tabela 13 – Percentual de *Spodoptera frugiperda* vivas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*). coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, no estágio fenológico V11 da cultura do milho, segunda safra 2009. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

Estádio V11										
Distância da Mata	Ñ parasitadas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	18,9	(18) ¹	61,1	(58)	3,2	(3) a ²	16,8	(16) a	100,0	(95)
Longe	22,9	(27)	64,4	(76)	3,4	(4) a	9,3	(11) a	100,0	(118)
p-valor ³					0,92		0,10			

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente ente si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

Figura 35 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com sinal de ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. P-valor indica a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

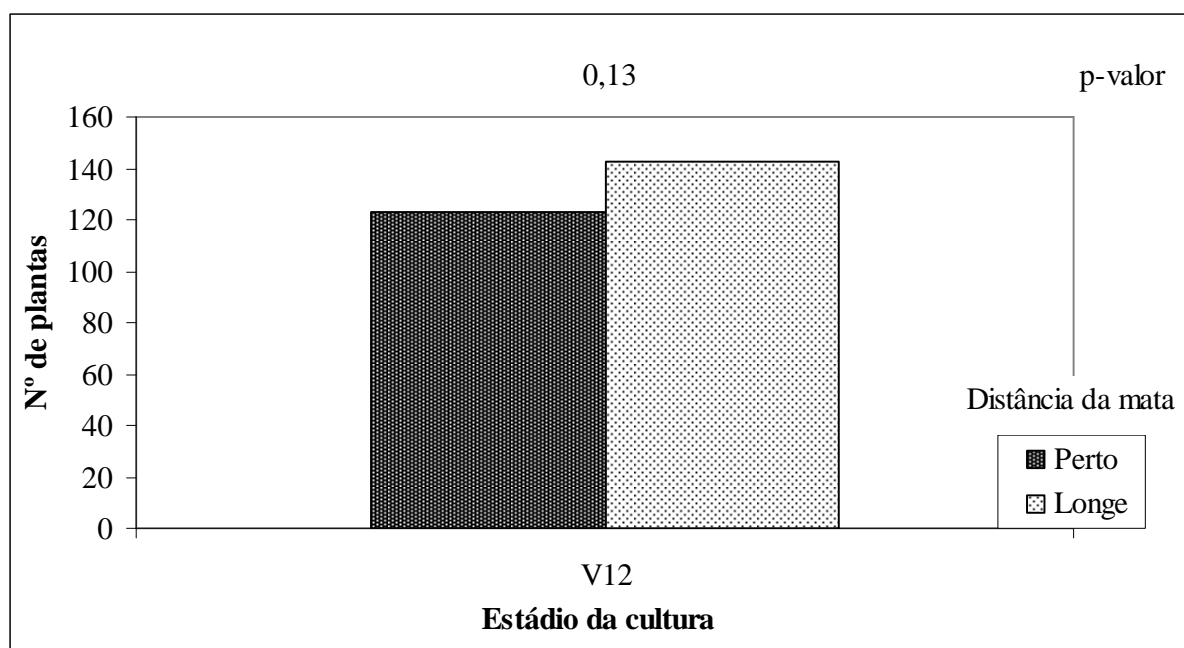


Figura 36 – Nota média (n=400) de severidade de ataque de *S. frugiperda* dada às plantas de milho (segunda safra 2009). Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. P-valor com o sinal (^t) indica a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

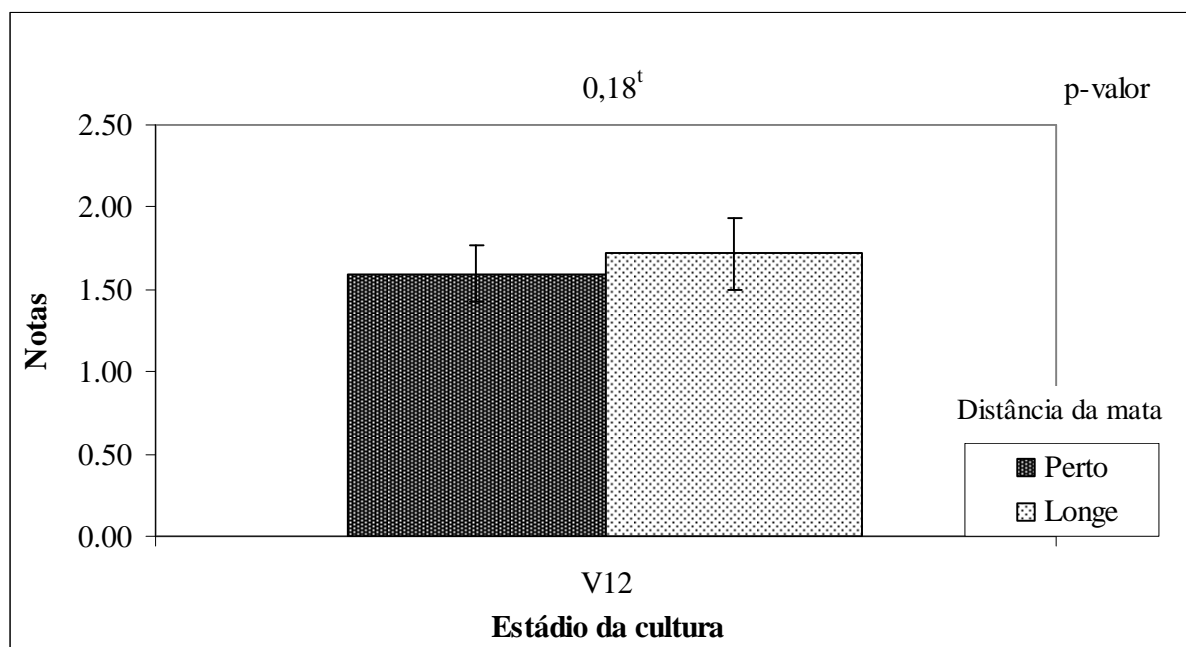


Figura 37 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com diferentes notas atribuídas ao ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. P-valor indica a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

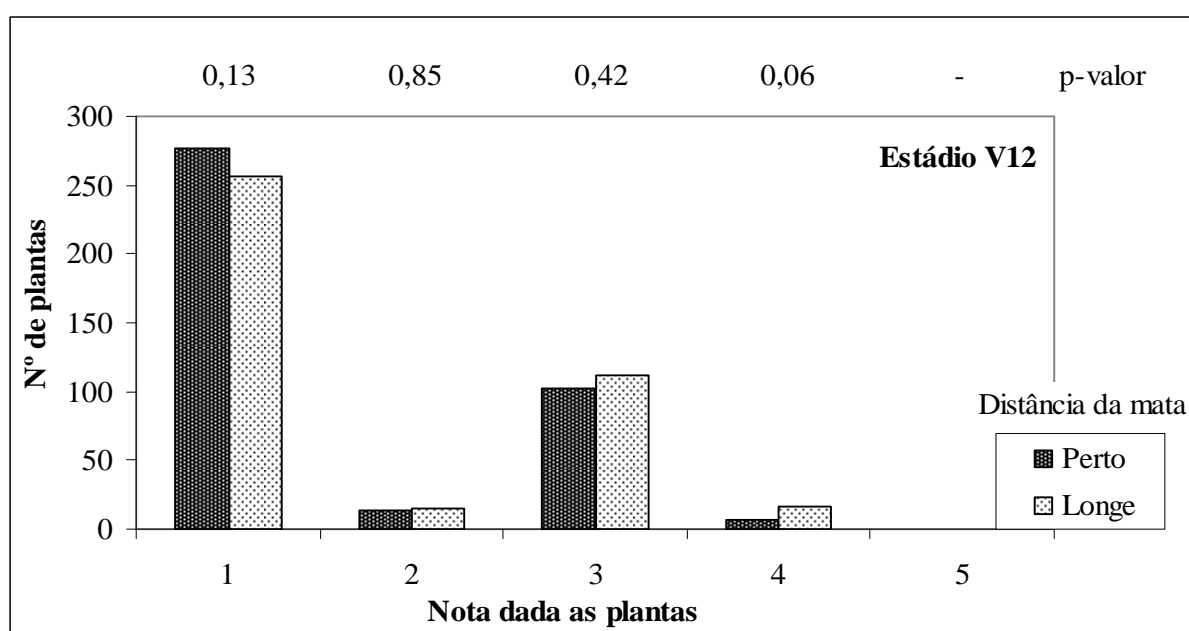


Figura 38 – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

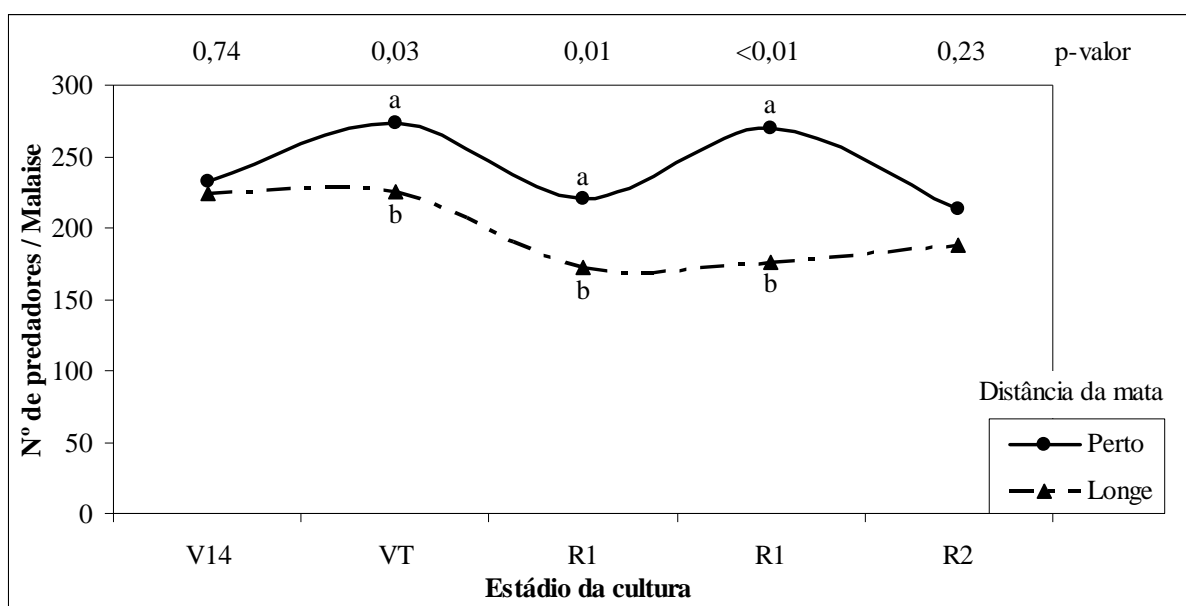
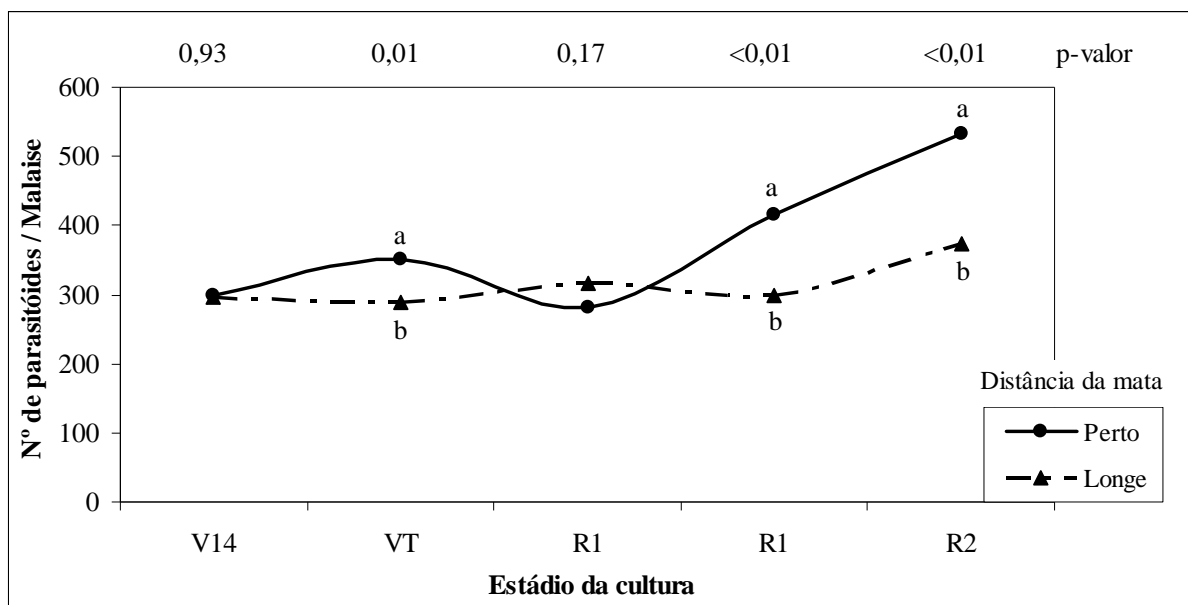


Figura 39 – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Parasitoides coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR



A diversidade de táxons de inimigos naturais capturados por Malaise, calculado pelo índice de Shannon-Wiener, apresentou diferenças no final do período analisado (R1 e R2), sendo maior em armadilha próxima a mata (Figura 40).

Os táxons de parasitoides tiveram distribuição semelhante em ambas as distâncias, sendo o táxon *ichneumonoidea* dominante nas duas armadilhas (Tabela 14). O mesmo não ocorreu para predadores, sendo os coleópteros mais abundantes em armadilha longe e os himenópteros em armadilha perto da mata.

A equitabilidade, que é uma medida de homogeneidade da frequência relativa dos diferentes táxons, foi igual nas armadilhas situadas perto e longe da mata, entretanto houve maior riqueza de inimigos naturais em armadilha perto da mata (detalhes em Anexo III), havendo uma relação entre riqueza de espécies e proximidade de refúgios, que também é relatado em outros trabalhos (KRUESS, TSCHARNTKE, 1994; TSCHARNTKE, KRUESS 1999).

Pelo índice fisiográfico (Figura 41 e Tabela 15) foi possível observar grande diversificação de vegetação (quer seja área cultivada ou não) nesta área,

mas com maior percentual de área não cultivada em local próximo a mata, e que o maior índice fisiográfico observado foi em virtude da própria mata. Essa diversificação, somado ao tamanho considerável do próprio fragmento florestal (45 ha) pode ter contribuído para promover a maior diversidade de inimigos naturais observados na figura 40.

Figura 40 – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

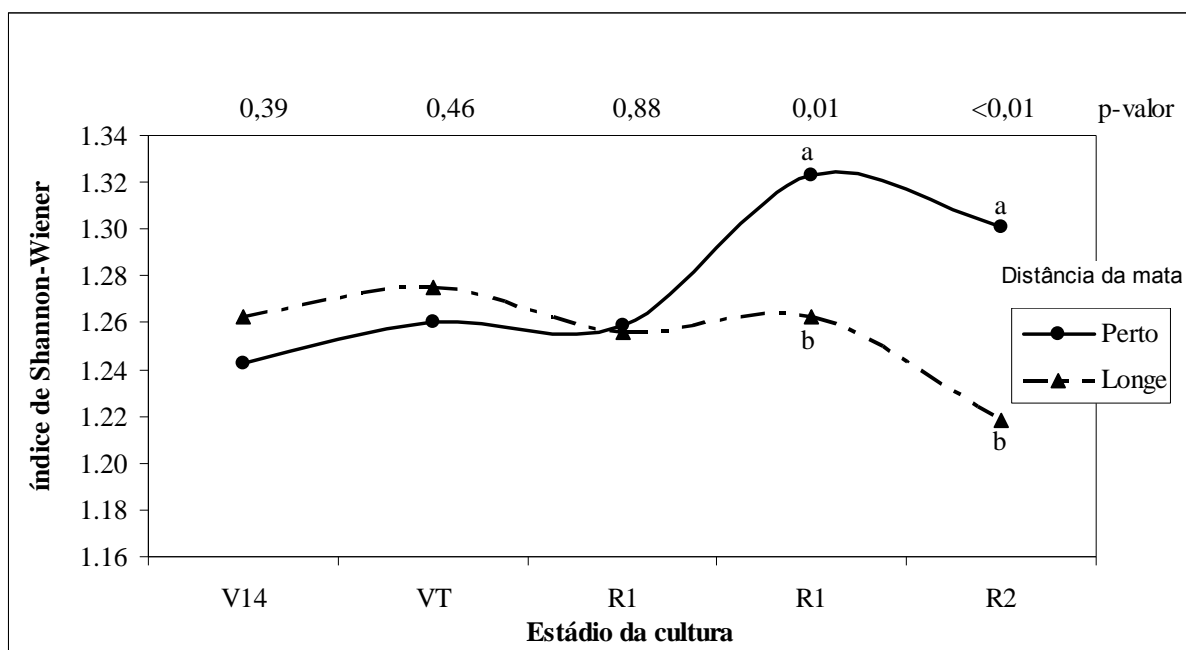


Tabela 14 – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura do milho (segunda safra 2009) durante o período de V14 a R2. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR

Táxon	Parasitoides				Táxon	Predadores			
	Perto		Longe			Perto		Longe	
	%	unid.	%	unid.		%	unid.	%	unid.
Aculeata	13,9	(262)	14,3	(225)	Hymenoptera	36,0	(435)	26,8	(264)
Ichneumonoidea	28,8	(543)	32,4	(509)	Coleoptera	25,6	(310)	40,7	(401)
Chacidoidea	20,2	(381)	16,0	(252)	Diptera	22,7	(275)	21,9	(216)
Diptera	14,6	(274)	14,8	(232)	Neuroptera	6,9	(83)	4,2	(41)
Platygastoidea	9,1	(172)	13,4	(210)	Hemiptera	5,3	(64)	3,9	(38)
Cynipoidea	8,7	(163)	5,7	(90)	Odonta	0,0	(0)	0,1	(1)
Proctotrupeoidea	2,8	(53)	2,3	(36)	Aranae	3,5	(42)	2,4	(24)
Ceraphronoidea	1,7	(32)	0,9	(14)	-	-	-	-	-
Evanoidea	0,2	(3)	0,3	(4)	-	-	-	-	-
Total	100	(1883)	100	(1572)	Total	100	(1209)	100	(985)

Figura 41 – Croqui da área “Milho 1”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Milho segunda safra 2009, Ibiporã-PR

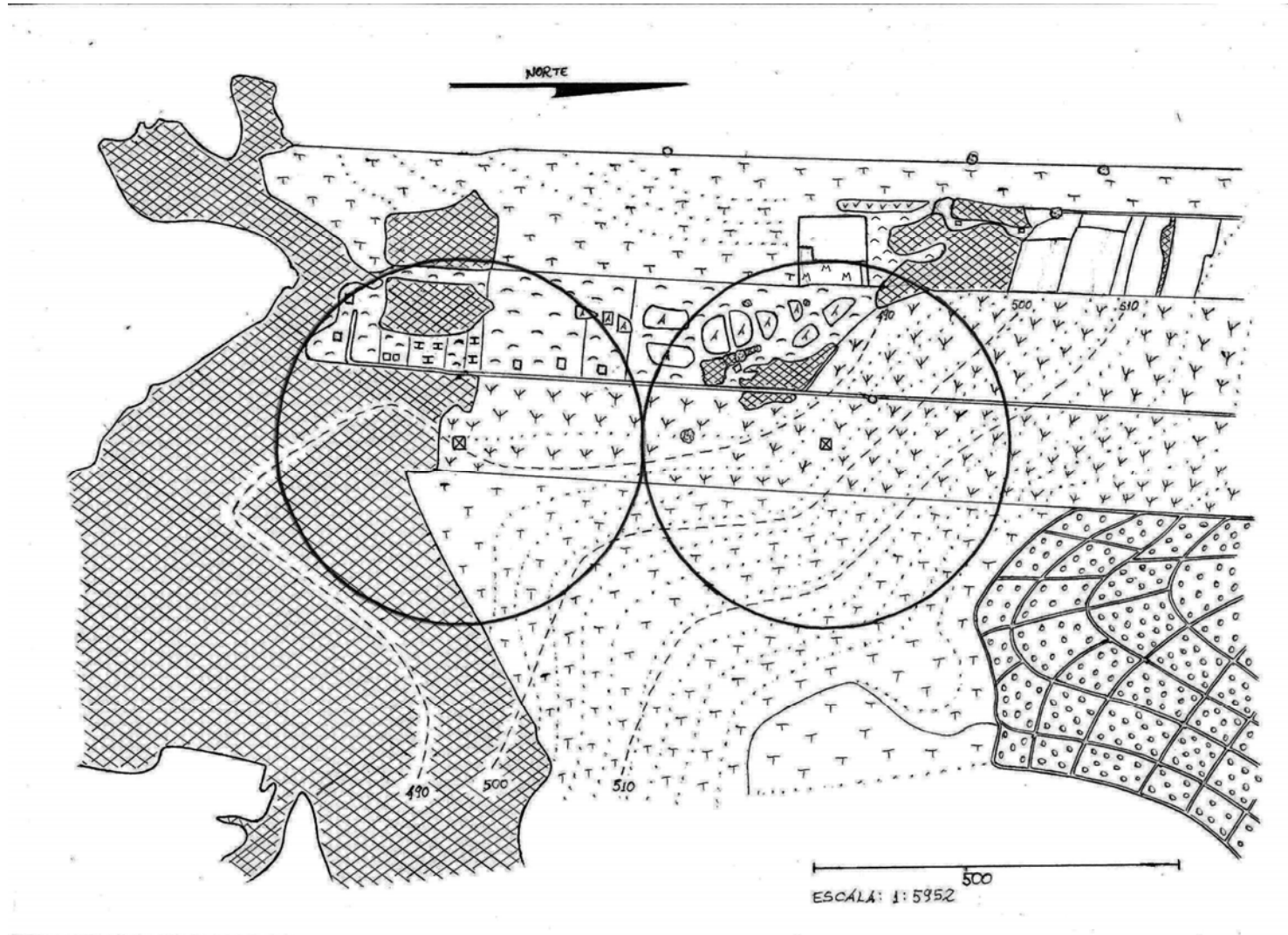























Tabela 15 – Estimativa do índice fisiográfico da área “Milho 1”, segunda safra 2009, Ibiporã-PR

Perto da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (φ)		
			grau	φ parcial	
	Armadilha malaise	-	-	-	-
	Mata	78453,1	40,0	3	119,9
	Trigo	40025,1	20,4	2	40,8
	Milho	34491,1	17,6	2	35,1
	Pasto	35855,2	18,3	2	36,5
	Terraço	631,4	0,3	1	0,3
	Lago	242,3	0,1	1	0,1
	Terra nua	2703,2	1,4	1	1,4
	Estrada	3308,2	1,7	0	0,0
	Construção	640,0	0,3	0	0,0
Total		196349,5	100,0	-	234,1

Longe da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (φ)		
			grau	φ parcial	
	Armadilha malaise	-	-	-	-
	Mata	7166,0	3,6	3	10,9
	Árvores	325,4	0,2	3	0,5
	Maracujazeiro	866,9	0,4	3	1,3
	Milho	83065,7	42,3	2	84,6
	Trigo	77725,9	39,6	2	79,2
	Pasto	13797,0	7,0	2	14,1
	Lago	7143,7	3,6	1	3,6
	Terraço	2582,2	1,3	1	1,3
	Estrada	3546,8	1,8	0	0,0
	Construção	130,0	0,1	0	0,0
Total		196349,5	100,0	....	195,6

6.2.2 Área de Milho – Milho 2

No estágio inicial da cultura, não houve insetos fitófagos passíveis de serem coletados do cartucho ou espiga em ambos os transectos, contudo no último período amostrado houve maior número de insetos fitófagos em transecto longe da mata (Figura 42). Este resultado difere do encontrado para a área “Milho 1”, provavelmente devido a simplificação da paisagem agrícola (Figura 52), visto que a área próxima da mata (cultivo de milho em 60% da área) é bem distinta da área longe da mata (cultivo de milho em $\approx 95\%$ da área). Neste caso a fiversificação do monocultivo de milho com áreas de mata e pasto provavelmente afetou a dinâmica dos insetos fitófagos.

O número de predadores em estágio inicial foi extremamente baixo, tornando-se mais abundante em estágio reprodutivo, entretanto sem diferenças entre os transectos (Figura 43). Este resultado difere do encontrado para a área “Milho 1”, que possuía maior número de predadores próximo a mata, provavelmente esta diferença seja devida ao tamanho reduzido do fragmento florestal da área “Milho 2. Valladares *et al.* (2006) observaram que quanto menor o fragmento florestal, menor a taxa de parasitismo de minadores foliares, o mesmo poderia estar ocorrendo com relação aos predadores desta área.

O baixo número de artrópodes predadores no estágio inicial da cultura, provavelmente ocorreu pelo fato de não terem sido constatados fitófagos (presas potenciais) neste período, não atraindo os predadores ao cartucho.

O menor número de fitófagos próximo a mata, provavelmente está associado a algum predador que não foi passível de contabilização pelo método de amostragem utilizado. Assim como ocorreu na área “Soja 3”, provavelmente a menor ocorrência de lagartas se deva a predação de pássaros, que são muito comuns em ambientes de mata (SPARKS *et al.* 1996, FULLER *et al.* 1997).

Apenas as espécies *S. frugiperda* e *H. zea* foram amostradas, por coleta de cartucho ou espiga, em ambos os transectos, sendo esta última de ocorrência muito reduzida e apenas em estágio reprodutivo da cultura do milho (Figura 44). Dos predadores *Orius* sp. foi a espécie dominante, com mais de 50% do total de insetos coletados para ambos os transectos. Entretanto *Geocoris* sp. ocorreu apenas em transecto próximo, e sífídeos em transecto longe da mata (Figura 45).

Figura 42 – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Sinal (-) indica que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

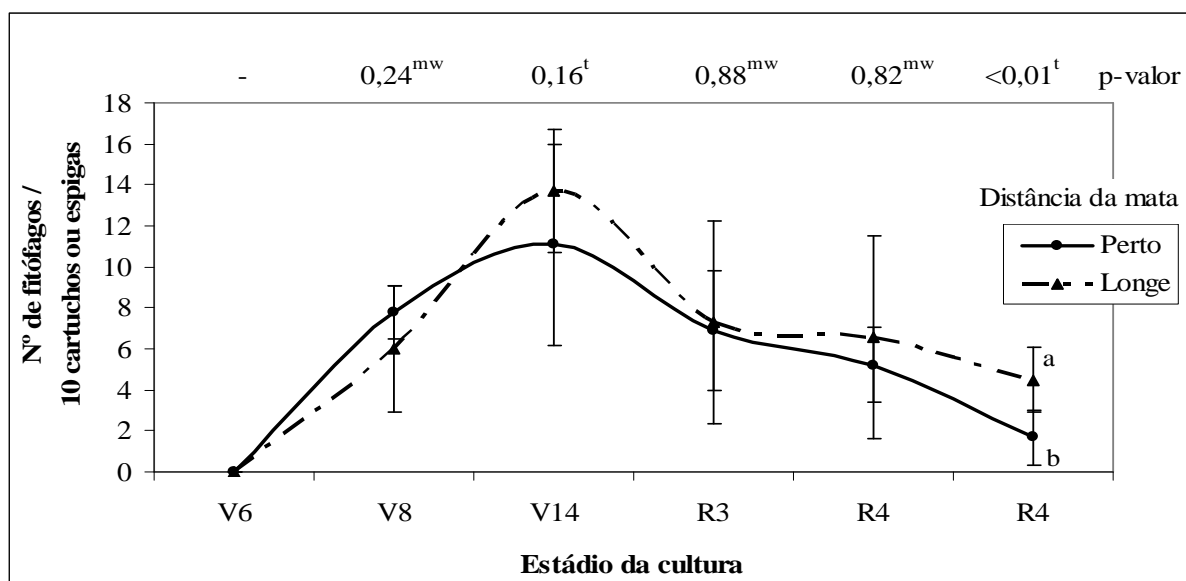


Figura 43 – Número médio (n=10) de artrópodes predadores coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Sinal (-) indica que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

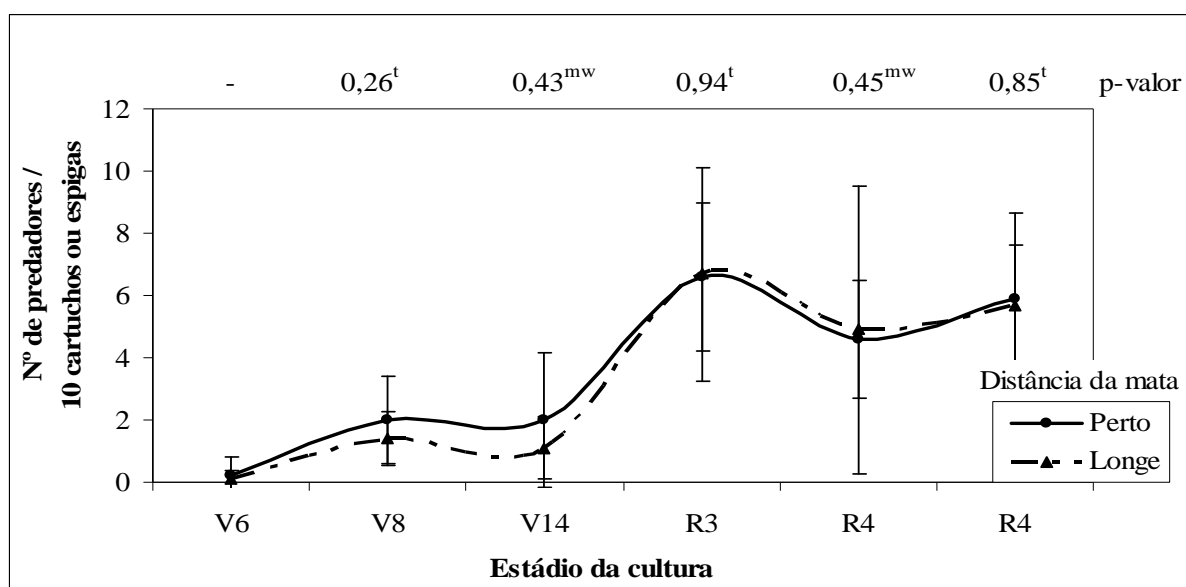


Figura 44 – Frequência relativa dos principais fitófagos associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V6 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

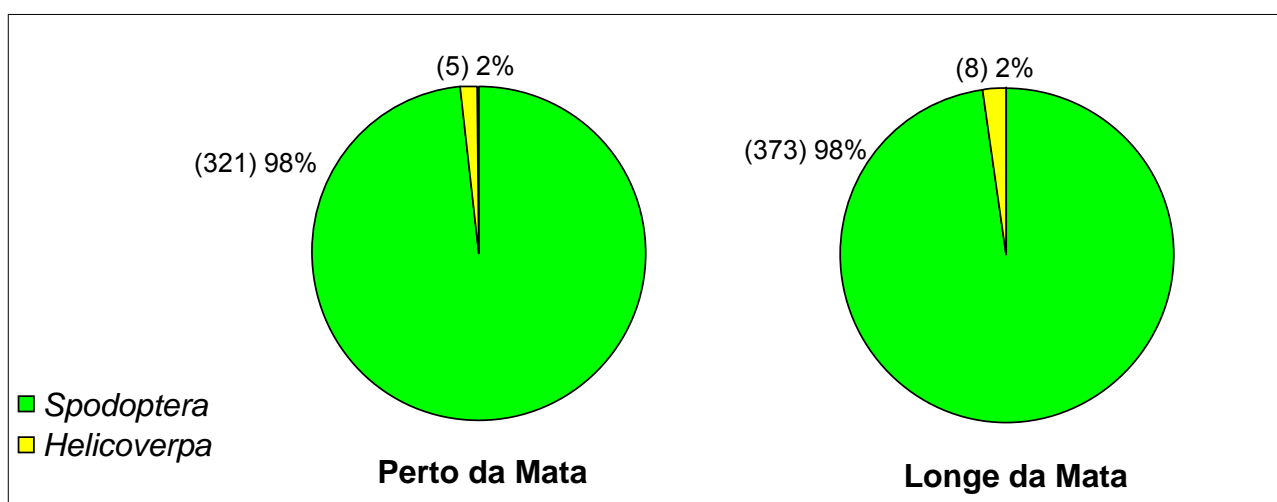
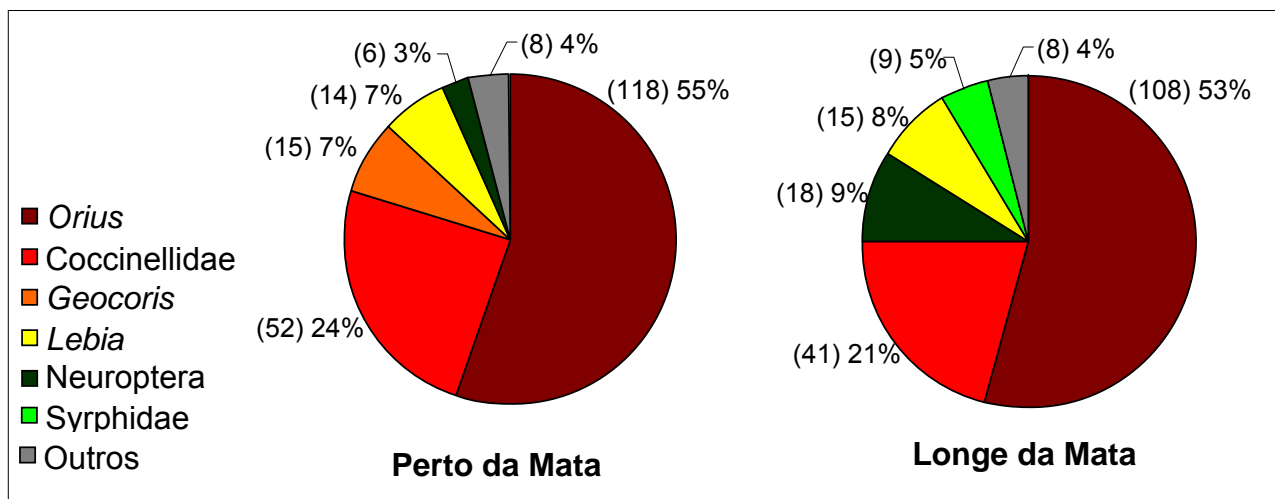


Figura 45 – Frequência relativa dos principais predadores associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V6 a R4 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR



Para coleta de hospedeiro o número de parasitismo sobre *S. friugiperda* foi maior em transecto longe da mata, sendo altamente significativo em estágio V8 (p -valor = 0,01) e tendência em estágio V6 (p -valor = 0,09). Entretanto para a mortalidade das lagartas por patógeno não houve diferenças entre os transectos durante todo o período amostrado (Tabela 16).

Possivelmente, a maior taxa de parasitismo em local longe da mata ocorreu em virtude de uma maior incidência e severidade de lagartas neste local (Figuras 46 e 47), revelando uma relação de densodependência. Esta relação também foi verificada por Kruess (2003), que analisou o parasitismo sobre mosca agromizídea, e observou maior taxa de parasitismo em local com maior concentração do hospedeiro. Talvez, o fato do efeito da densodependência ter suplantado o efeito de borda, seja devido ao tamanho reduzido do fragmento florestal aliado a maior atração dos parasitoides pelos semioquímicos liberados pelas fezes das lagartas (LOKE *et al.*, 1983).

Os resultados de incidência e severidade, que indicam maior número de lagartas em transecto longe da mata, estão em desacordo com os resultados obtidos da contagem das lagartas presentes em cartuchos coletados (Figura 42), onde não foi constatada diferença entre transectos. Provavelmente isso ocorreu devido ao número diferenciado entre amostragens, tendo em vista que os resultados expressos na figura 42 são oriundos da amostragem de 100 plantas por transecto, e

os resultados expressos nas figuras 46 a 48 da amostragem de 400 plantas por transecto. Assim uma diferença que não foi constatada no primeiro tipo de amostragem pode ser constatada no segundo tipo, devido a um maior esforço amostral, visto que quanto maior a amostragem mais representativa e menos sujeita a erro ela é.

Uma maior incidência e severidade de ataque de *S. frugiperda* foram observadas em plantas localizadas longe da mata para quase todos os períodos avaliados, com exceção apenas de V14, onde não houve diferença entre transectos (Figuras 46 e 47). Analisando o número de plantas com diferentes notas (Figura 48), observa-se um maior número de cartuchos íntegros (nota 1) em transecto perto da mata, e que não há diferenças para plantas com início de dano (nota 2). A medida que há o progresso do dano, é observada plantas mais atacadas (nota 3 e 4) em transecto longe da mata. Entretanto a evolução do dano dificilmente chega a destruir completamente o cartucho (plantas com nota 5).

Assim, a menor incidência e severidade em plantas próximas a mata seja pela provável ação de predadores que não foram amostrados pela coleta de espiga/cartucho, como já discutido anteriormente.

Tabela 16 – Percentual de *Spodoptera frugiperda* vivas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*), coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, ao longo dos estádios fenológicos da cultura do milho, segunda safra 2009. Área “Milho 2”, Ibitiporã-PR

Estádio V6										
Distância da Mata	Adultas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	55,7	(68) ¹	33,6	(41)	9,8	(12) a ²	0,8	(1)	100,0	(122)
Longe	57,8	(74)	25,0	(32)	17,2	(22) a	0,0	(0)	100,0	(128)
p-valor ³	0,09						-			

Estádio V8										
Distância da Mata	Adultas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	78,1	(100)	13,3	(17)	8,6	(11) b	0,0	(0)	100,0	(128)
Longe	70,1	(89)	10,2	(13)	19,7	(25) a	0,0	(0)	100,0	(127)
p-valor	0,01						-			

Estádio V14										
Distância da Mata	Adultas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total	
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.
Perto	73,4	(94)	21,9	(28)	3,9	(5) a	0,8	(1) a	100,0	(128)
Longe	68,3	(86)	23,8	(30)	5,6	(7) a	2,4	(3) a	100,0	(126)
p-valor	0,54						0,31			

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ Sinal “-” indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Figura 46 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com sinal de ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

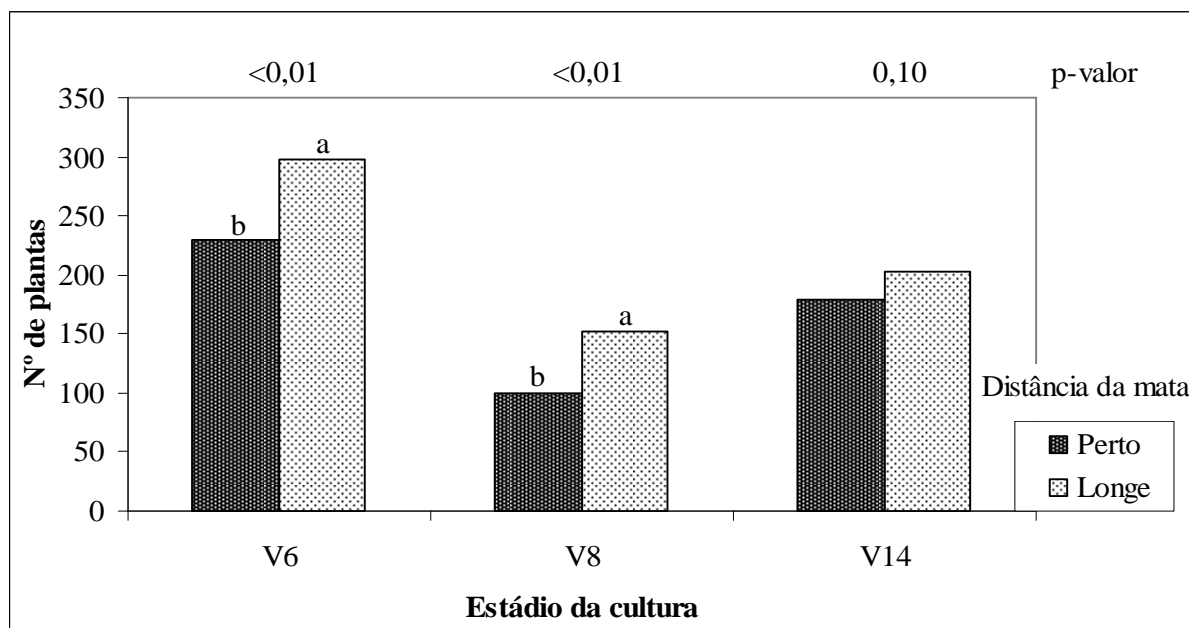


Figura 47 – Nota média (n=400) de severidade de ataque de *S. frugiperda* dada às plantas de milho (segunda safra 2009). Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

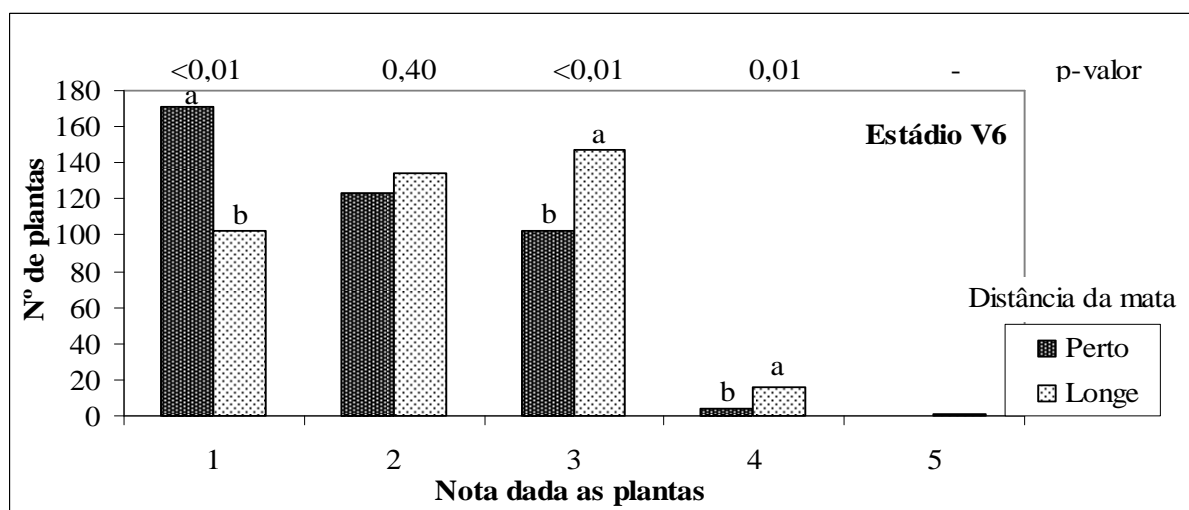
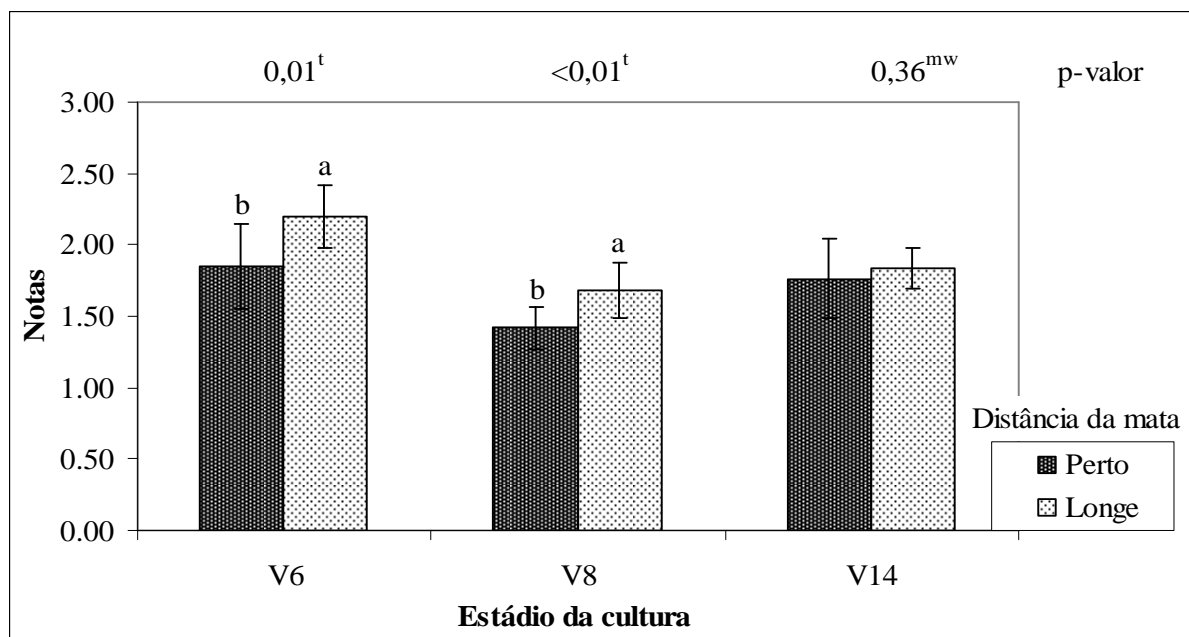
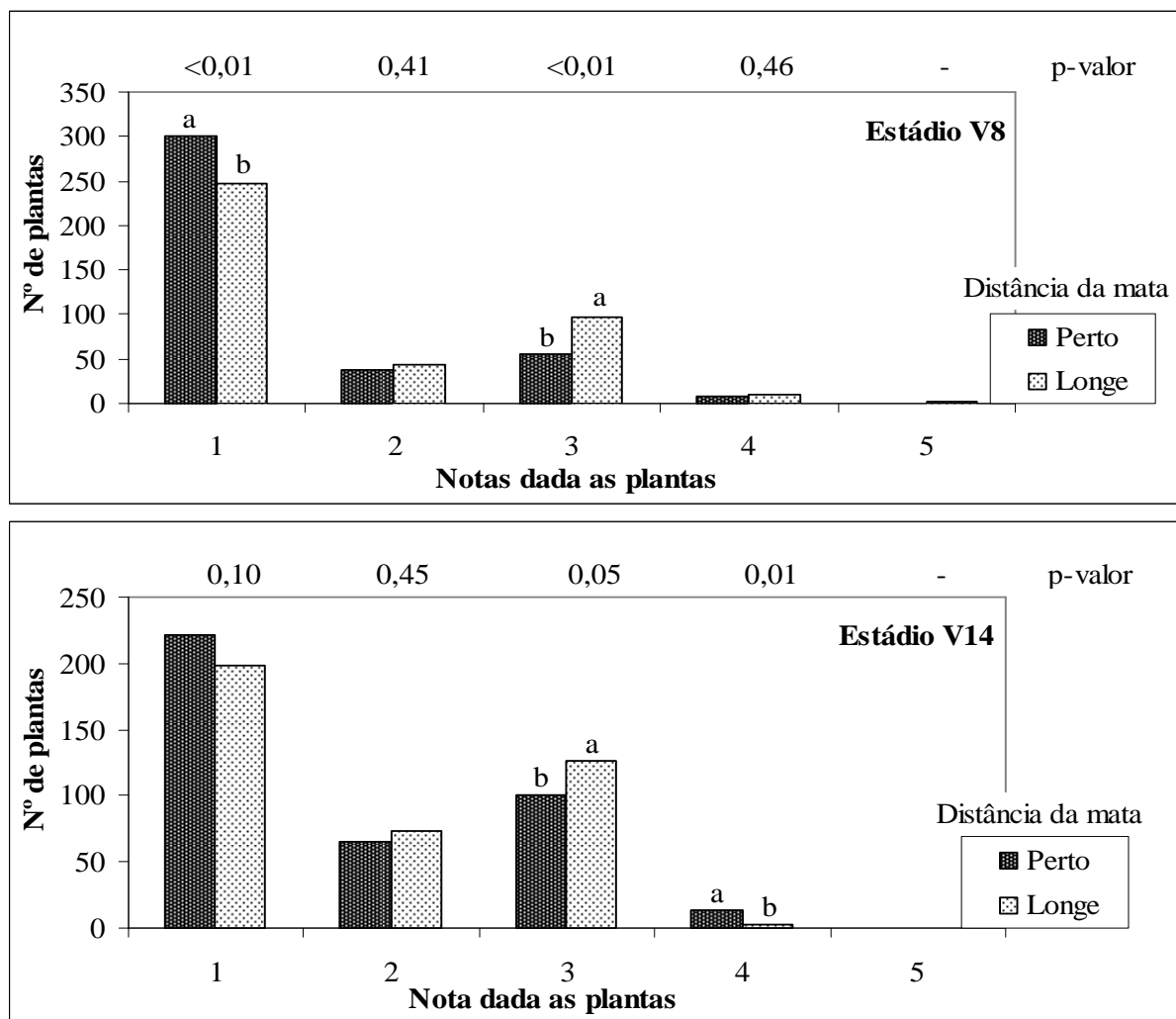


Figura 48 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com diferentes notas atribuídas ao ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR



O número de insetos predadores capturados por Malaise foi maior em armadilha longe da mata, para quase todo o período avaliado, com exceção de V7 e R5 onde não houve diferenças (Figura 49). De forma semelhante ocorreu para insetos parasitoides, com maior número em armadilha longe da mata, exceto no estágio inicial da cultura (V7) onde ocorreu o inverso (Figura 50).

O maior número de inimigos naturais em armadilha localizada longe da mata pode ser devido à maior ocorrência de fitófagos neste local (relação de densodependência), e que o tamanho reduzido da mata, menor de todas as áreas amostradas (8,5 ha), pode ter contribuído para este resultado. Valladares *et al.*

(2006) mostram que o parasitismo sobre minadores de folha diminui quanto menor for um fragmento de mata, assim um fragmento de mata pequeno exercerá um pequeno efeito de borda.

Em quase todo o período avaliado houve maior número de parasitoides em local longe da mata, entretanto nos estádios iniciais da cultura do milho houve maior infestação de lagartas longe da mata (Figuras 46 a 48) e mesmo assim havia um maior número de parasitoides em armadilha próxima a mata, isso pode indicar que a mata forneceu parasitoides no período inicial de cultivo, e assim que eles tiveram tempo hábil de se dispersar pelo campo ficaram nos locais de maior ocorrência de seus hospedeiros.

A diversidade de espécies, calculada pelo índice de Shannon-Wiener, apresentou grande variação quanto às diferenças (ou até ausência das mesmas) entre as distâncias da mata (Figura 51). Possivelmente a causa dessa grande flutuação seja o tamanho reduzido do fragmento florestal, tornando este local menos estável e sujeito a maiores variações. Mas de forma geral houve uma maior diversidade no local distante da mata (maiores detalhes em Anexo IV); resultado semelhante foi observado por Costamagna et al. (2004), com maior diversidade em local distante da mata para agroecossistema mais simplificado.

O táxon Ichneumonoidea foi dominante, com mais de 70% dentre todos os espécimes de parasitoides capturados por Malaise, em ambas as distâncias da mata (Tabela 17). Para predadores coletados próximo a mata os táxons neuroptera, coleoptera e díptera ocorreram de forma semelhante, com valores variando de 26 a 30,3%, entretanto em local longe da mata o táxon coleoptera foi dominante, com 47,1% dos predadores coletados. Foi possível observar maior riqueza e menor equitabilidade de inimigos naturais em armadilha próxima à mata (detalhes em Anexo IV).

Esta área (Milho 2) teve os menores índices fisiográficos dentre todas as áreas avaliadas (figura 52 e tabela 18). A simplificação do agroecossistema com predominância de milho, 60,7% e 94,8% de área em local próximo e distante da mata respectivamente, pode ter contribuído para a grande instabilidade na diversidade de espécies, mostrada na figura 51.

Figura 49 – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

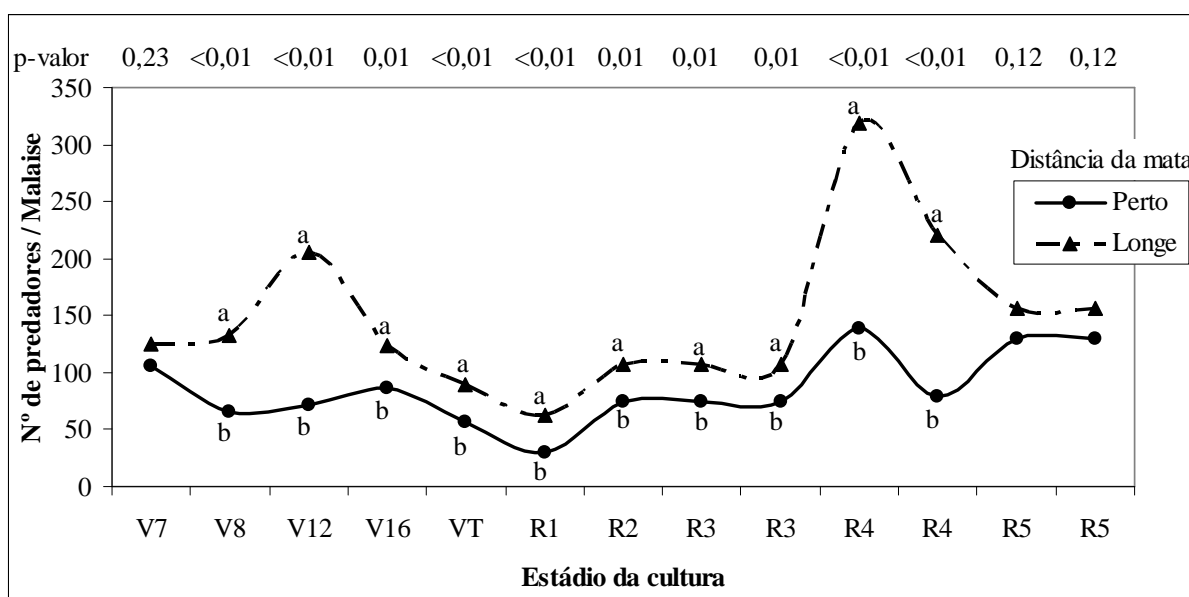


Figura 50 – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

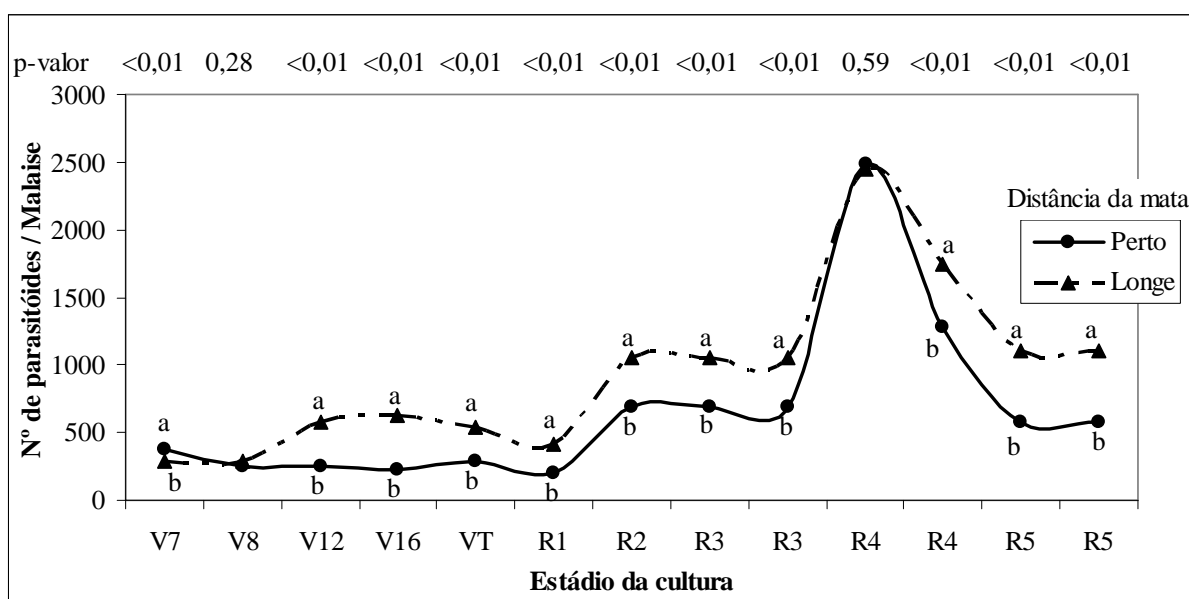


Figura 51 – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

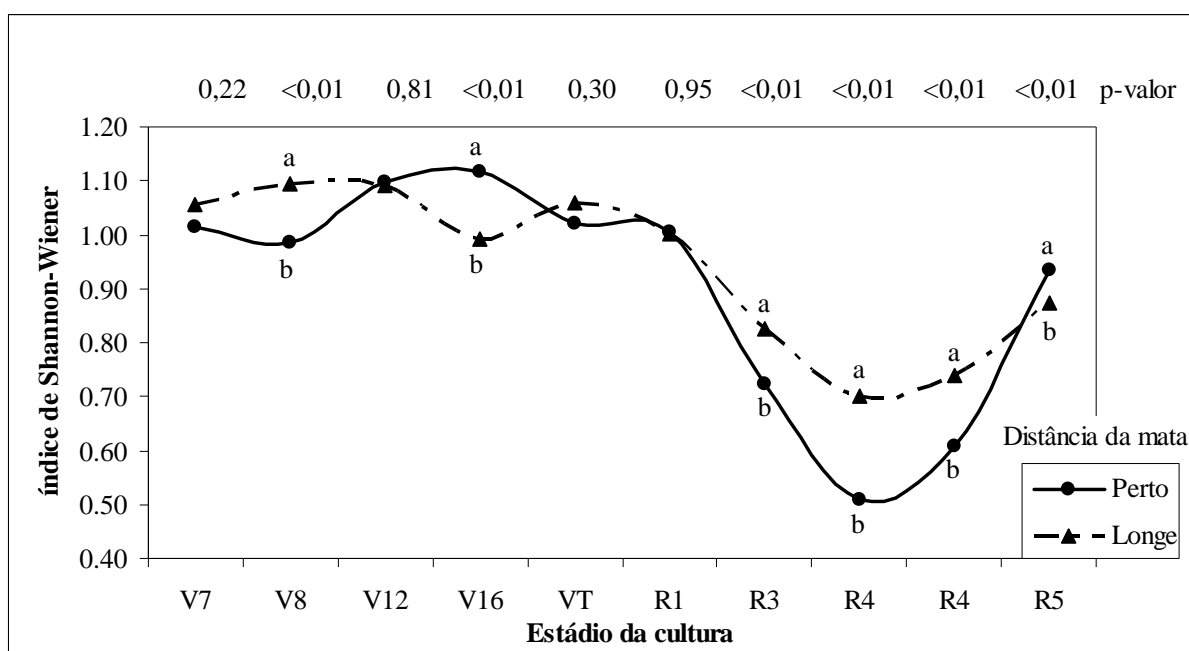


Tabela 17 – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura do milho (segunda safra 2009) durante o período de V7 a R5. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR

Táxon	Parasitoides				Táxon	Predadores			
	Perto		Longe			Perto		Longe	
	%	unid.	%	unid.		%	unid.	%	unid.
Aculeata	1,6	(134)	3,4	(414)	Neuroptera	30,3	(339)	18,0	(344)
Ichneumonoidea	74,5	(6423)	71,5	(8806)	Coleoptera	28,7	(321)	47,1	(900)
Diptera	11,8	(1017)	7,1	(872)	Diptera	26,0	(290)	22,2	(424)
Chacidoidea	6,6	(568)	9,5	(1175)	Hymenoptera	8,6	(96)	6,6	(126)
Cynipoidea	1,8	(151)	2,9	(352)	Hemiptera	4,1	(46)	3,0	(58)
Ceraphronoidea	1,6	(138)	1,4	(168)	Aranae	2,2	(25)	3,1	(60)
Proctotrupeoidea	1,1	(99)	0,8	(94)	-	-	-	-	-
Platygastoidea	1,0	(84)	3,5	(432)	-	-	-	-	-
Evanoidea	0,0	(3)	0,0	(1)	-	-	-	-	-
Total	100	(8617)	100	(12314)	Total	100,0	(1117)	100	(1912)

Figura 52 – Croqui da área “Milho 2”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Milho segunda safra 2009, Ibiporã-PR

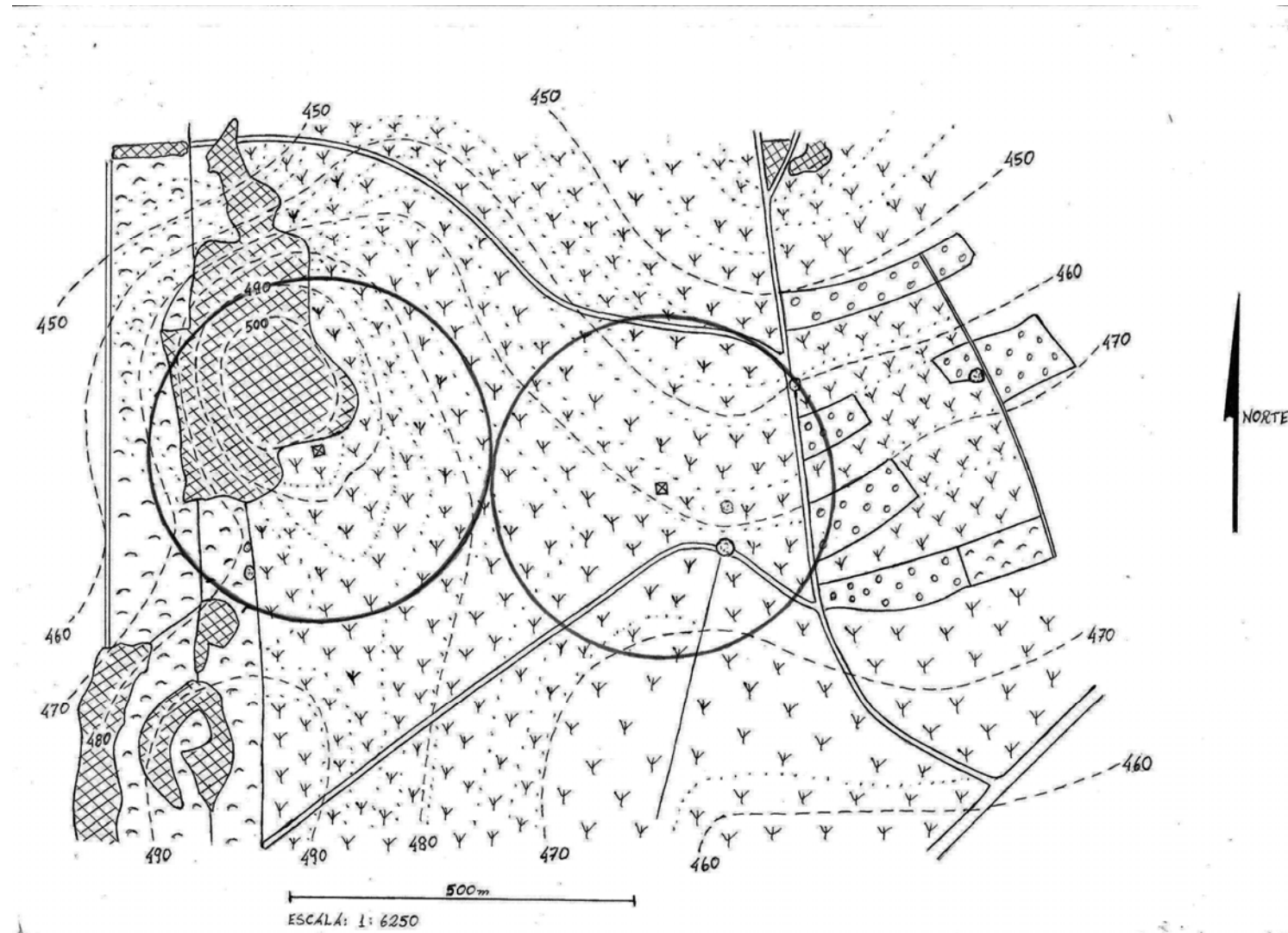












Tabela 18 – Estimativa do índice fisiográfico da área “Milho 2”, segunda safra 2009, Ibiporã-PR

Perto da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (φ)		
			grau	φ parcial	
	Armadilha malaise	-	-	-	-
	Mata	52823,3	26,9	3	80,7
	Árvores	658,4	0,3	3	1,0
	Pasto	23692,8	12,1	2	24,1
	Milho	119174,9	60,7	2	121,4
Total		196349,5	100,0	-	227,2

Longe da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (φ)		
			grau	φ parcial	
	Armadilha malaise	-	-	-	-
	Estrada	4968,6	2,5	0	0,0
	Árvores	336,7	0,2	3	0,5
	Cafeeiro	4886,6	2,5	3	7,5
	Milho	186157,6	94,8	2	189,6
Total		196349,5	100,0	-	197,6

6.2.3 Área de Milho – Milho 3

O número de insetos fitófagos, coletados em cartucho ou espiga, foi maior em transecto longe da mata apenas no final do período avaliado (R3) (Figura 53), da mesma forma como ocorreu na área “Milho 2”. Sendo válido aqui as mesmas considerações já descritas sobre agrossistema simplificado, com mata afetando a dinâmica da população dos insetos fitófagos. Novamente, a menor ocorrência de fitófagos próximo a mata pode ser atribuído a predadores que não puderam ser amostrados pelo método adotado, e que provavelmente são pássaros.

O número de predadores, presentes nos transectos e obtidos pela coleta de cartucho ou espiga, não diferiu durante todo o período avaliado, mesmo com maior população de fitófagos longe da mata (Figura 54). Isso mostra um efeito da mata sobre os predadores, visto que não houve relação de densodependência entre predadores e fitófagos, o que provavelmente seja devido aos recursos que a mata oferece a estes predadores (como suplementação alimentar, presas alternativas e local de abrigo).

Dos insetos fitófagos contabilizados pelo método de coleta de cartucho ou espiga, *S. frugiperda* foi o fitófago dominante em ambos os transectos, representando 93% dos espécimes coletados (Figura 55). Outros dois insetos fitófagos, *Diabrotica* sp. e *H. zea*, ocorreram somente em estágio reprodutivo do milho, sendo o primeiro ligeiramente maior que o segundo em transecto perto da mata, ocorrendo o inverso longe da mata. Para predadores, foi observado que a ocorrência dos espécimes em ambos os transectos foi semelhante (Figura 56), com o predador *Orius* sp. sendo dominante, seguido de *Geocoris* sp. e *Coccinellidae*.

Figura 53 – Número médio (n=10) de insetos fitófagos coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Os fitófagos coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Sinal (-) indica que não foi possível realizar teste estatístico. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

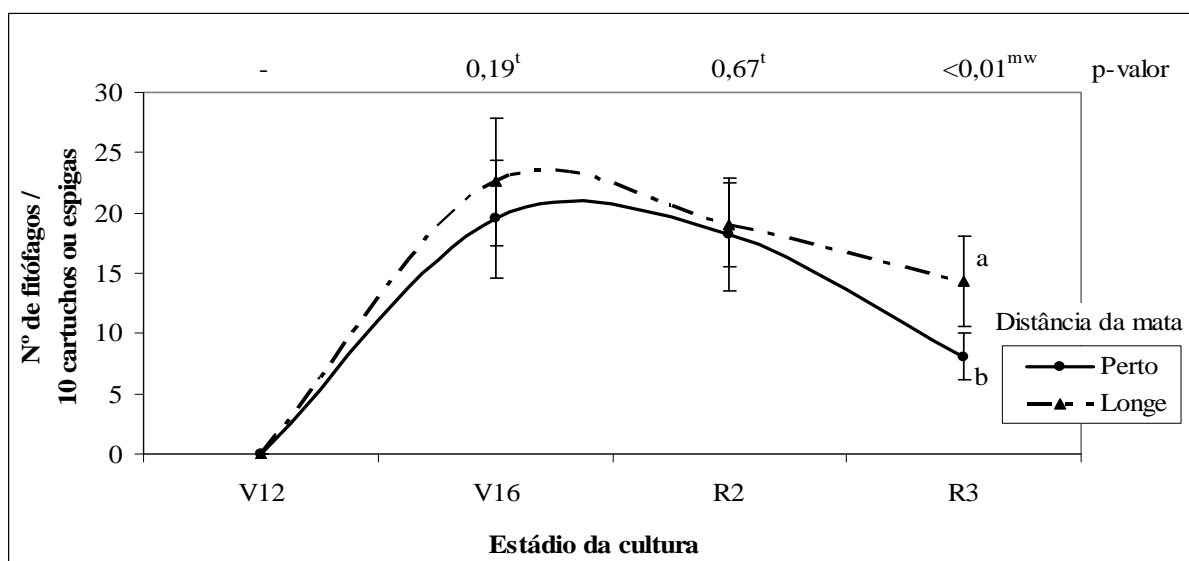


Figura 54 – Número médio (n=10) de artrópodos predadores coletados em 10 cartuchos ou espigas, ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontinua. P-valores com o sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com o sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

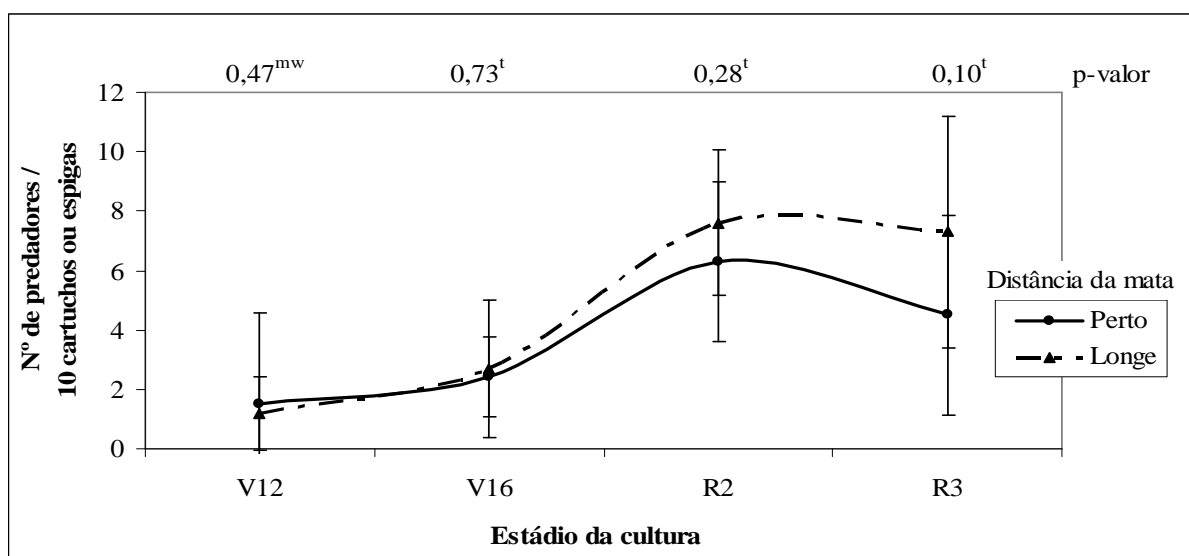


Figura 55 – Frequência relativa dos principais fitófagos associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R3 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR

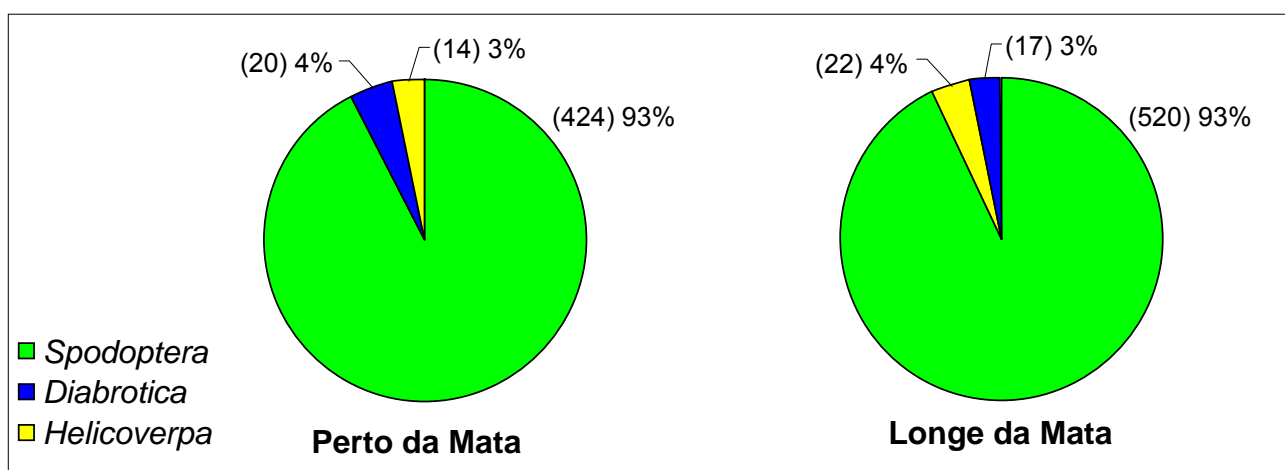
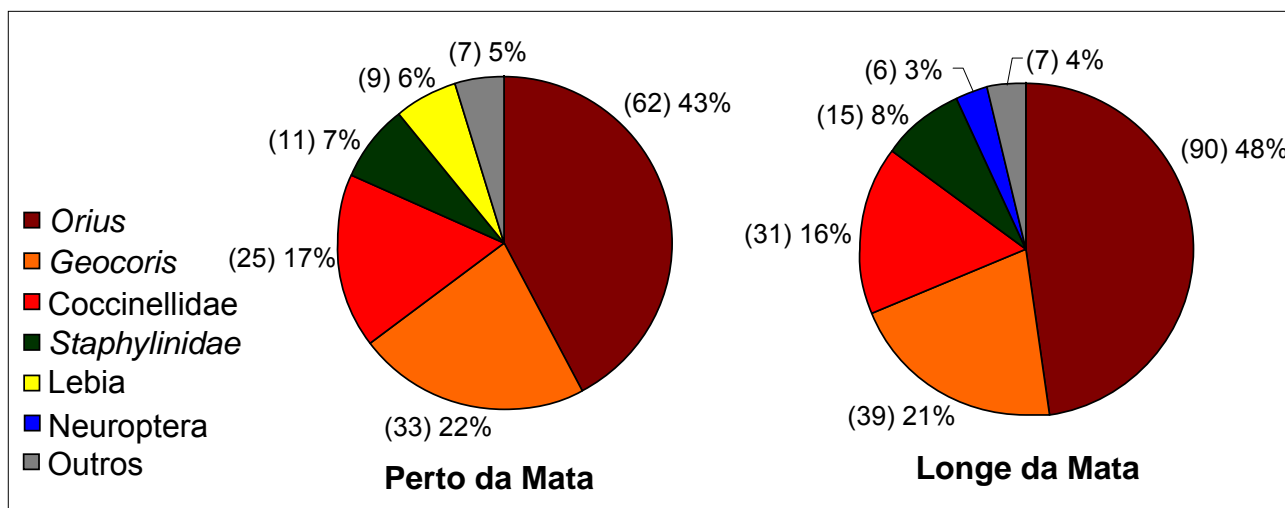


Figura 56 – Frequência relativa dos principais predadores associados a cultura do milho (segunda safra 2009), amostrados durante o período de V12 a R3 pela coleta de cartucho/espiga, em transecto próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR



A mortalidade de hospedeiros por parasitismo ou patógeno não diferiu para os transectos analisados (Tabela 19). Entretanto, no estágio V12 houve uma tendência (p -valor = 0,07) para um maior parasitismo de *S. frugiperda* em transecto longe da mata. Isso pode ter ocorrido devido à maior incidência e severidade de *S. frugiperda* em transecto longe da mata (Figura 57 e 58), visto que os parasitoides teriam maior facilidade de achar hospedeiros nos locais com maior infestação (ALTIERI, 1995), guiados pela ação dos semioquímicos libreados pelas fezes da lagarta (LOKE *et al.* 1983).

O número de plantas com cartuchos íntegros ou raspados (notas 1 e 2) foi maior em transecto perto da mata, ocorrendo o inverso para o número de plantas com danos mais severos (notas 3 e 4). Plantas com cartucho completamente destruído (nota 5) ocorreram apenas em transecto longe da mata (Figura 59). Assim, embora houvesse maior número de plantas com dano iniciais perto da mata eles não evoluíram, o que sugere que as lagartas próximas a mata tinham menor sucesso de sobrevivência em relação as que estavam distante da mata.

Tabela 19 – Percentual de *Spodoptera frugiperda* vivas (que chegaram a fase adulta), mortas (causa desconhecida), parasitadas e fungadas (mortas por *Nomuraea rileyi*), coletadas em transectos perto (25m) e longe (525m) da borda da mata, nos estádios fenológicos V12 e V16 da cultura do milho, segunda safra 2009. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

Estádio V12											
Distância da Mata	Adultas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total		
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	
Perto	14,6	(18) ¹	80,5	(99)	2,4	(3) a ²	2,4	(3) a	100,0	(123)	
Longe	12,6	(15)	78,2	(93)	7,6	(9) a	1,7	(2) a	100,0	(119)	
p-valor ³						0,07	0,68				
Estádio V16											
Distância da Mata	Adultas		Mortas		Parasitadas		Fungadas		Total		
	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	%	unid.	
Perto	56,5	(70)	34,7	(43)	8,9	(11) a	0,0	(0)	100,0	(124)	
Longe	57,7	(75)	36,2	(47)	6,2	(8) a	0,0	(0)	100,0	(130)	
p-valor						0,41	-				

¹ Os valores entre parênteses indicam as unidades coletadas.

² Valores seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente ente si a 5% de significância.

³ p-valores indicam a significância do teste Binomial para duas proporções.

⁴ Sinal “-” indica que não foi possível realizar teste estatístico.

Figura 57 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com sinal de ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

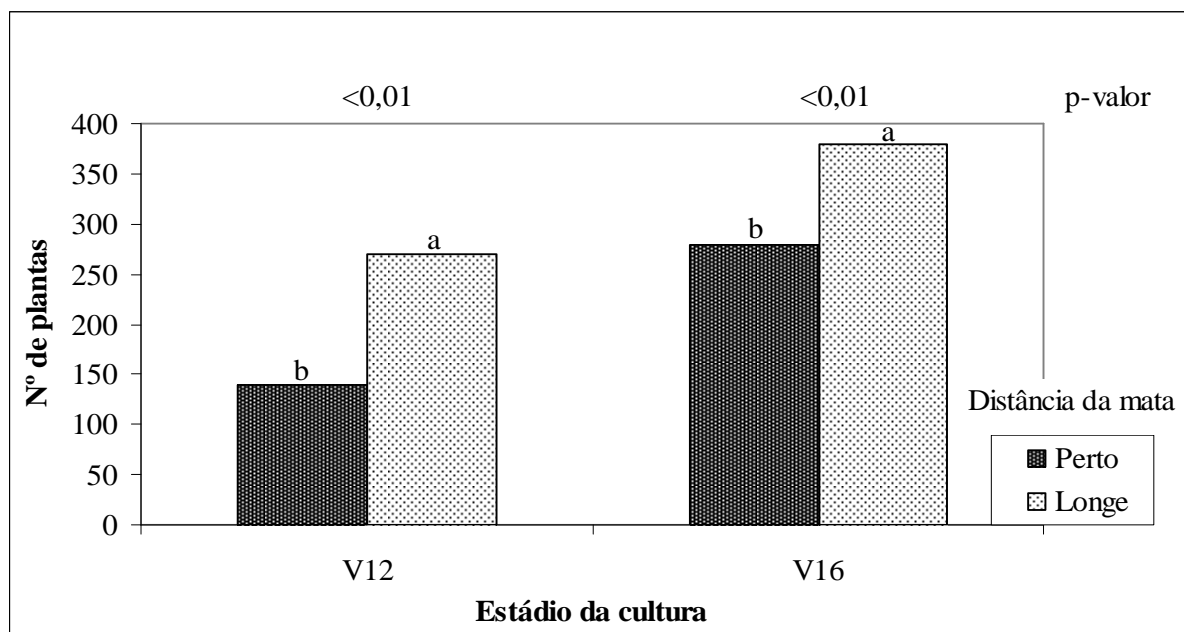


Figura 58 – Nota média (n=400) de severidade de ataque de *S. frugiperda* dada às plantas de milho (segunda safra 2009). Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores com sinal (^{mw}) indicam a significância do teste de Mann-Whitney e, p-valores com sinal (^t) indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

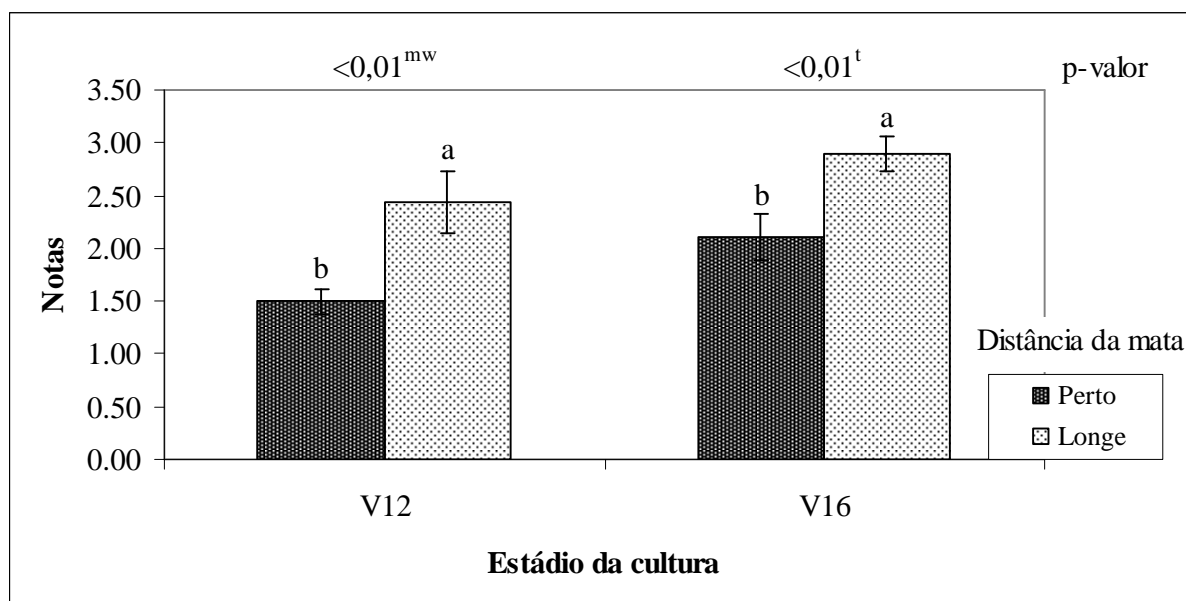
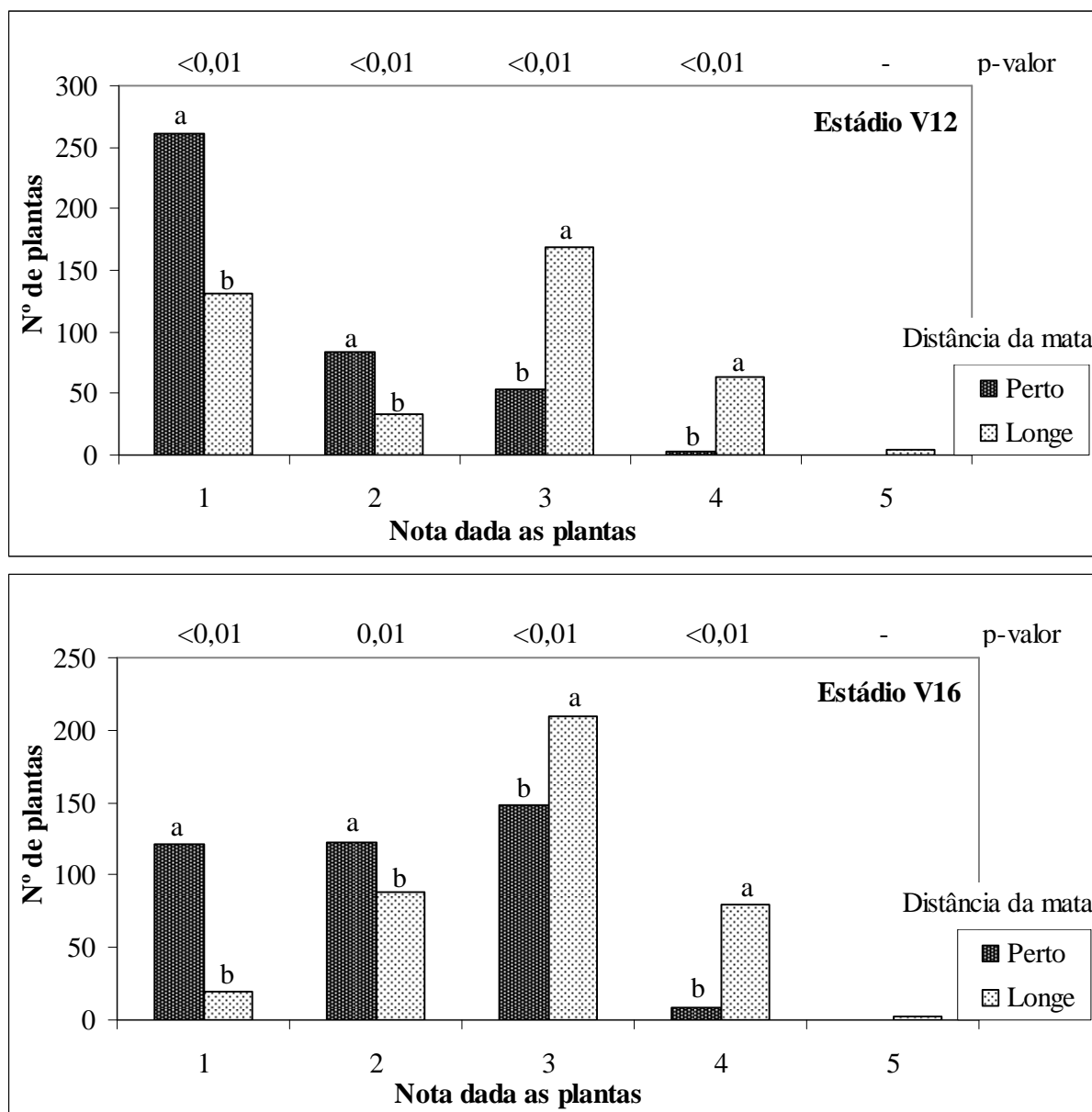


Figura 59 – Número de plantas de milho (segunda safra 2009) com diferentes notas atribuídas ao ataque de *S. frugiperda*. Amostragem realizada sobre 400 plantas por transecto. Plantas observadas próximo a borda da mata (25m) são representados pela coluna escura e, longe da borda da mata (525m) pela coluna clara. Colunas com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste de Binomial para duas proporções. Área “Milho 3”, Rolândia-PR



O número de predadores capturados por Malaise foi maior em armadilha situada perto da mata em praticamente todo o período avaliado, com exceção de R2 (Figura 60). O mesmo ocorreu para os parasitoides (Figura 61), entretanto, também foi observado que a diferença numérica dos parasitoides

coletados era maior no início das avaliações, diminuindo gradativamente com o decorrer do tempo até não ser mais constatadas diferenças na última avaliação.

O padrão obtido pela captura de predadores por armadilha Malaise (Figura 60) distinguia-se do observado para predadores contabilizados em cartucho e espiga (Figura 54). Talvez isso tenha ocorrido devido ao fato dos predadores mais abundantes capturados em Malaise serem diferentes dos observados em coleta de cartucho ou espiga (para maiores detalhes ver Anexo V).

A diversidade de táxons, calculada pelo índice de Shannon-Wiener, foi maior em local longe da mata em estádio VT, ocorrendo o inverso em estádio R2 (Figura 62). Levando em consideração a simplificação do agroecossistema dessa área (Figura 63) e grande tamanho de mata (288 ha), era esperado que houvesse maior diversidade de inimigos naturais em local próximo a mata. Entretanto o efeito da mata sobre a diversidade de inimigos naturais é bastante variável, há trabalhos que evidenciam maior diversidade de inimigos naturais em locais próximos da mata (DEMITTE, FERES, 2005), outros encontram o inverso (COSTAMAGNA *et al.*, 2004), e há ainda trabalhos em que não é constatado diferença alguma (MARINO, LANDIS, 1996). Deste modo há a necessidade de mais estudos para uma melhor elucidação desta questão.

Dos espécimes parasitoides o táxon ichneumonoidea teve maior ocorrência em ambas as distâncias (Tabela 20). Para predadores, o táxon diptera teve maior ocorrência em ambas as distâncias, mas em local próximo a mata este táxon foi dominante. Ainda com relação aos táxons capturados nas armadilhas Malaise, houve maior riqueza e menor equitabilidade de inimigos naturais em armadilha próxima à mata (detalhes em Anexo IV).

O índice fisiográfico desta área mostra um agroecossistema simplificado (Figura 63 e Tabela 21), sobretudo em local distante da mata, onde o percentual de área cultivada com milho é de 86,4%. Provavelmente esta simplificação do agroecossistema, adjacente a uma grande área de mata, contribuiu para a maior ocorrência de inimigos naturais capturados em Malaise (Figuras 60 e 61).

Figura 60 – Ocorrência de artrópodes predadores coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

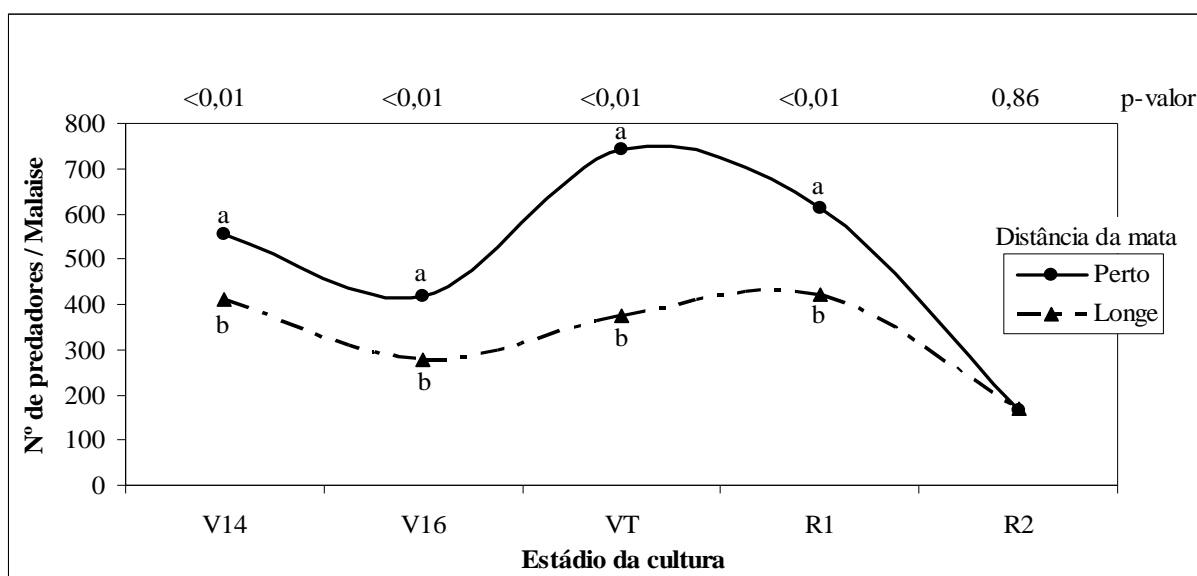


Figura 61 – Ocorrência de insetos parasitoides coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Predadores coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste Qui-quadrado para proporções esperadas iguais. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

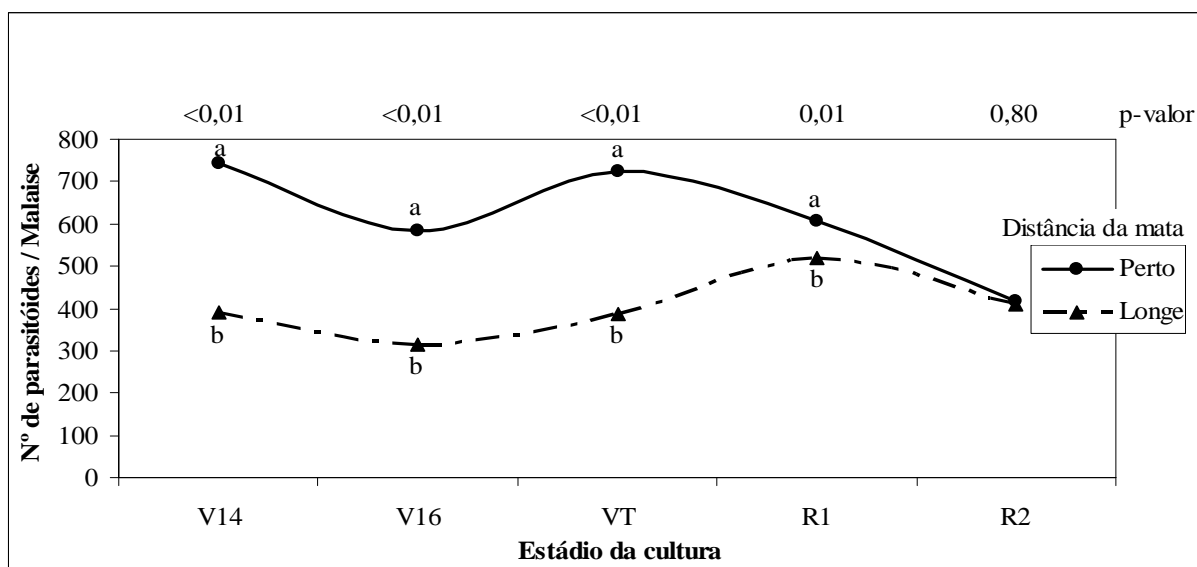


Figura 62 – Diversidade de Shannon-Wiener dos inimigos naturais (predadores+parasitoides) coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (segunda safra 2009). Inimigos naturais coletados próximos a borda da mata (25m) são representados pela linha contínua e, longe da borda da mata (525m) pela linha descontínua. Pontos com letras diferentes, diferem estatisticamente entre si. P-valores indicam a significância do teste t de Student. Área “Milho 3”, Rolândia-PR

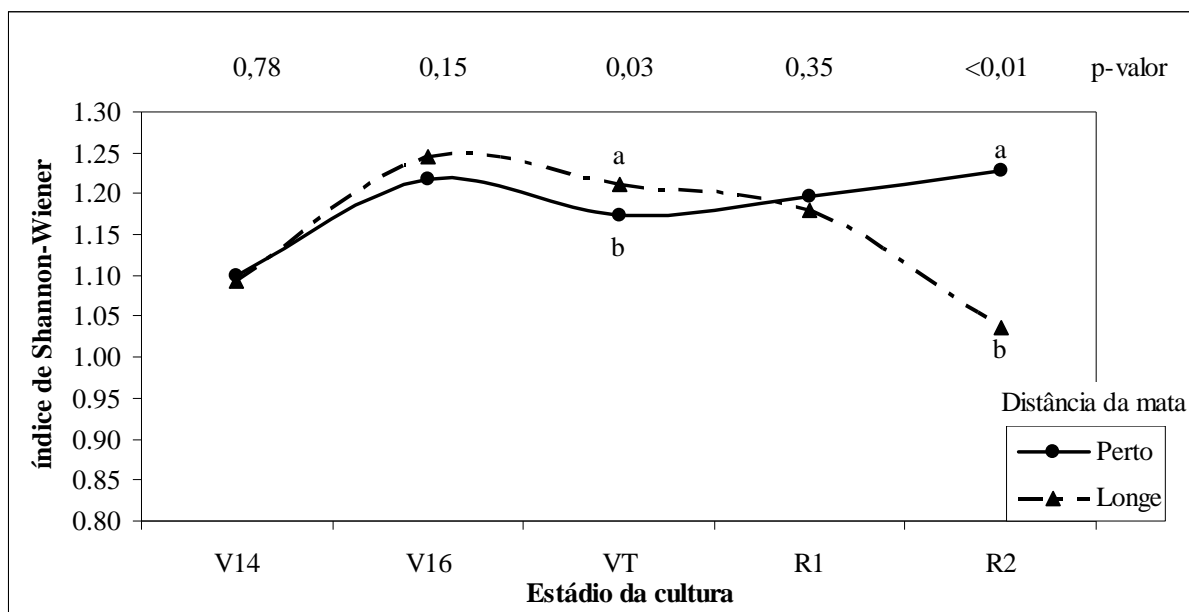


Tabela 20 – Frequência relativa de inimigos naturais presentes na cultura do milho (segunda safra 2009) durante o período de V14 a R2. Capturados por armadilha Malaise próximo a borda da mata (25m) e distante da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR

Táxon	Parasitoides				Táxon	Predadores			
	Perto		Longe			Perto		Longe	
	%	unid.	%	unid.		%	unid.	%	unid.
Aculeata	6,2	(192)	12,6	(254)	Diptera	53,8	(1341)	37,2	(616)
Ichneumonoidea	31,7	(976)	36,4	(734)	Coleoptera	20,6	(512)	36,7	(607)
Chacidoidea	23,9	(734)	19,2	(387)	Hymenoptera	20,6	(512)	15,5	(256)
Cynipoidea	16,8	(518)	12,3	(248)	Neuroptera	3,2	(79)	6,3	(104)
Diptera	16,3	(502)	9,0	(181)	Aranae	1,2	(31)	1,8	(30)
Platygastoidea	3,3	(101)	7,8	(158)	Hemiptera	0,6	(15)	2,5	(41)
Proctotrupeoidea	0,8	(24)	1,8	(37)	Mantodea	0,0	(1)	0,0	(0)
Ceraphronoidea	0,4	(13)	0,8	(17)	-	-	-	-	-
Evanoidea	0,5	(16)	0,0	(0)	-	-	-	-	-
Total	100	(3076)	100	(2016)	Total	100,0	(2491)	100	(1654)

Figura 63 – Croqui da área “Milho 3”. Os círculos indicam o raio de ação ($r = 250\text{m}$) das armadilhas malaise, para o qual foi realizado o levantamento do índice fisiográfico. Os números no final das linhas tracejadas referem-se às cotas altimétricas. Milho segunda safra 2009, Rolândia-PR

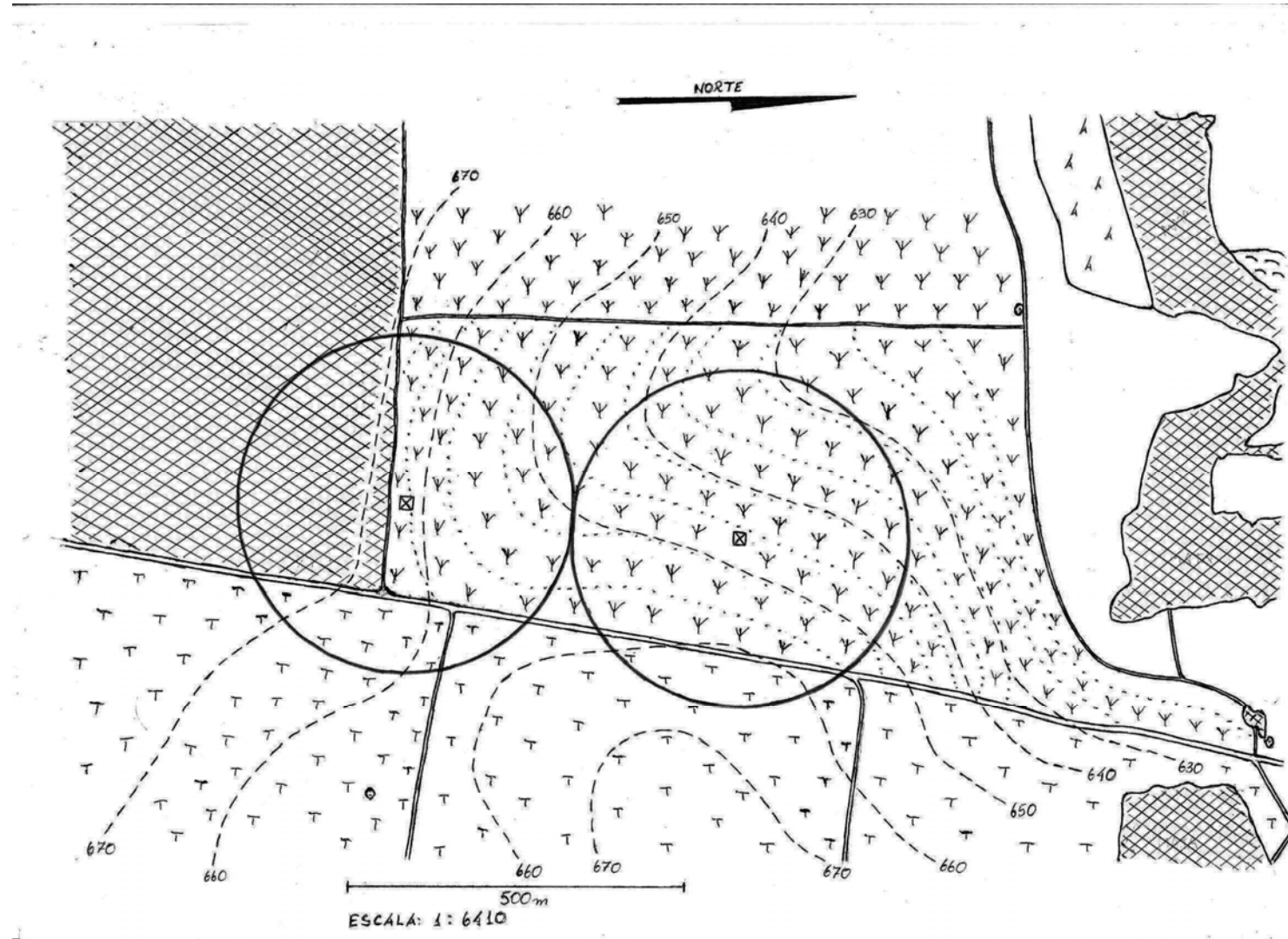











Tabela 21 – Estimativa do índice fisiográfico da área “Milho 3”, segunda safra 2009, Rolândia-PR

Perto da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (ϕ)		
			grau	ϕ parcial	
	Armadilha malaise	-	-	-	-
	Estrada	4124,5	2,1	0	0,0
	Mata	67222,4	34,2	3	102,7
	Trigo	36777,2	18,7	2	37,5
	Milho	88225,4	44,9	2	89,9
Total		196349,5	97,9	230,0	

Longe da Mata					
Legenda	área (m ²)	% da área	índice fisiográfico (ϕ)		
			grau	ϕ parcial	
	Armadilha malaise	-	-	-	-
	Estrada	2534,35	1,3	0	0,0
	Trigo	24206,77	12,3	2	24,7
	Milho	169608,4	86,4	2	172,8
Total		196349,5	100,0	197,4	

7 CONCLUSÕES

Considerando as distâncias analisadas (de 25 e 525 m da borda do fragmento de mata) e da reduzida escala adotada para medir a diversidade de paisagem local, pode-se concluir que:

- Sobre a cultura da soja, há uma maior ocorrência de *E. heros* em local próximo ao fragmento de mata, independente do tamanho deste, ou ainda da diversidade da paisagem agrícola. Também não há uma relação entre parasitismo de *E. heros* e distância do fragmento florestal.

- Em áreas agrícolas simplificadas os fragmentos de mata assumem maior importância, visto que podem proporcionar maiores taxas de mortalidade de *A. gemmatilis* por parasitoides e patógenos na proximidade da mata. Na cultura do milho, reduzem a incidência e severidade de ataque de *S. frugiperda*.

- Não há uma relação entre mortalidade de *S. frugiperda* por patógenos e distância do fragmento de mata.

- Em agrossistemas simplificados (com pequena a média diversidade de paisagem) a mata assume maior importância, determinando um “efeito de borda”, com maior ocorrência de artrópodes predadores em local próximo ao fragmento de mata, mas ainda influenciado pelo tamanho do fragmento.

- Áreas de cultivo com fragmento de mata de maior tamanho apresentam maior ocorrência de artrópodes predadores e parasitoides em local próximo a este, independente da diversidade de paisagem.

- Em áreas de cultivo com presença de fragmento de mata de reduzido tamanho, a maior ocorrência de predadores e parasitoides, bem como a taxa de parasitismo de *S. frugiperda* é mais influenciada pela densidade das lagartas do que pela distância do fragmento de mata.

- A diversidade de espécies de inimigos naturais apresenta-se variável de área para área, e dentro de uma mesma área ao longo do tempo, não estando diretamente relacionada à presença próxima do fragmento de mata.

8 ANEXO

8.1 ANEXO I

Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009), totalizando 9 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Soja 1”, Ibiporã-PR.

Taxon			Perto da	FR %	Longe da	FR %
Ordem	Super Família	Família	mata		mata	
Hymenoptera	Chrysoidea	Bethylidae	136	1,96	95	2,66
		Chrysididae	3	0,04	4	0,11
		Dryinidae	7	0,10	5	0,14
	Evanoidea	Evaniidae	9	0,13	6	0,17
	Ichneumonoidea	Braconidae	177	2,54	139	3,89
		Ichneumonidae	2578	37,07	1776	49,76
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	38	0,55	7	0,20
		Megaspilidae	9	0,13	5	0,14
	Cynipoidea	Eucoilidae	60	0,86	21	0,59
		Figitidae	6	0,09	2	0,06
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	24	0,35	7	0,20
	Platygastroidea	Platygastridae	12	0,17	2	0,06
		Scelionidae	168	2,42	40	1,12
	Chalcidoidea	Aphelinidae	6	0,09	1	0,03
		Chalcididae	306	4,40	31	0,87
		Elasmidae	3	0,04	2	0,06
		Encyrtidae	380	5,46	62	1,74
		Eucharitidae	1	0,01	0	0,00
		Eulophidae	170	2,44	86	2,41
		Eupelmidae	2	0,03	1	0,03
		Eurytomidae	7	0,10	1	0,03
		Mymaridae	202	2,90	33	0,92
		Perilampidae	4	0,06	0	0,00
		Pteromalidae	29	0,42	32	0,90
		Signiphoridae	1	0,01	0	0,00
		Tanaostigmatidae	1	0,01	0	0,00
		Torymidae	8	0,12	0	0,00
Trichogrammatidae	6	0,09	1	0,03		
Taxon			Perto da	FR %	Longe da	FR %
Ordem	Super Família	Família	mata		mata	
Hymenoptera	Vespoidea	Mutillidae	29	0,42	32	0,90
		Pompilidae	271	3,90	87	2,44
		Scoliidae	4	0,06	8	0,22
		Tiphiidae	469	6,74	45	1,26
		Vespidae	229	3,29	23	0,64
Diptera	Asiloidea	Asilidae	44	0,63	3	0,08

	....	Bombyliidae	1	0,01	7	0,20
	Empidoidea	Dolichopodidae	616	8,86	321	8,99
	....	Pipunculidae	67	0,96	126	3,53
	....	Syrphidae	54	0,78	30	0,84
	Oestroidea	Tachinidae	244	3,51	201	5,63
Hemiptera Heteroptera	Cimicoidea	Anthocoridae	2	0,03	0	0,00
		Anthocoridae- <i>Orius</i> sp.	22	0,32	1	0,03
	Lygaeoidea	Lygaeidae	18	0,26	4	0,11
		Lygaeidae- <i>Geocoris</i> sp.	1	0,01	1	0,03
	Naboidea	Nabidae- <i>Tropiconabis</i> sp.	1	0,01	0	0,00
	Reduvidioidea	Ploiariidae	1	0,01	0	0,00
		Reduviidae	2	0,03	2	0,06
Coleoptera	Caraboidea	Carabidae	4	0,06	1	0,03
		Carabidae- <i>Lebia</i> sp.	11	0,16	23	0,64
		Cicindelidae	4	0,06	1	0,03
	Cucujoidea	Coccinellidae	207	2,98	181	5,07
	Staphylinoidea	Staphylinidae	35	0,50	11	0,31
Neuroptera	....	Chrysopidae	7	0,10	0	0,00
	....	Hemerobiidae	59	0,85	14	0,39
Dermaptera	....	Forficulidae	1	0,01	0	0,00
Araneae	....	Aranha	199	2,86	88	2,47
N			6955		3569	
S			55		45	
ED			0,64		0,56	
H'			1,11 a ¹		0,93 b	

FR = frequência; N = total de indivíduos; S = riqueza; ED = equitabilidade; H' = diversidade de Shannon-Wiener.

¹ Valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

8.2 ANEXO II

Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura da soja (safra 2008/2009), totalizando 9 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Soja 3”, Rolândia-PR.

Ordem	Taxon		Perto da mata	FR %	Longe da mata	FR %	
	Super Família	Família					
Hymenoptera	Chrysidoidea	Bethylidae	108	2,05	117	2,82	
		Chrysididae	0	0,00	5	0,12	
		Dryinidae	8	0,15	10	0,24	
	Evanoidea	Evaniidae	4	0,08	7	0,17	
	Ichneumonoidea	Braconidae	113	2,14	153	3,69	
		Ichneumonidae	1243	23,58	968	23,33	
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	41	0,78	8	0,19	
		Megaspilidae	28	0,53	34	0,82	
	Cynipoidea	Eucoilidae	51	0,97	49	1,18	
		Figitidae	0	0,00	2	0,05	
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	71	1,35	41	0,99	
	Platygastroidea	Platygastridae	17	0,32	20	0,48	
		Scelionidae	505	9,58	300	7,23	
	Chalcidoidea	Agaonidae	1	0,02	0	0,00	
		Aphelinidae	3	0,06	0	0,00	
		Chalcididae	44	0,83	16	0,39	
		Encyrtidae	330	6,26	173	4,17	
		Eulophidae	42	0,80	77	1,86	
		Eupelmidae	4	0,08	2	0,05	
		Eurytomidae	5	0,09	4	0,10	
		Mymaridae	147	2,79	85	2,05	
		Perilampidae	9	0,17	1	0,02	
		Pteromalidae	26	0,49	26	0,63	
		Torymidae	5	0,09	2	0,05	
		Trichogrammatidae	0	0,00	1	0,02	
		Vespoidea	Mutillidae	25	0,47	30	0,72
			Pompilidae	165	3,13	120	2,89
			Scoliidae	2	0,04	0	0,00
	Tiphiidae		102	1,93	32	0,77	
	Vespidae		95	1,80	12	0,29	
	Diptera	Asiloidea	Asilidae	373	7,08	151	3,64
		Bombyliidae	3	0,06	63	1,52
		Empidoidea	Dolichopodidae	908	17,22	366	8,82
....		Pipunculidae	63	1,19	293	7,06	
....		Syrphidae	36	0,68	69	1,66	
Oestroidea	Tachinidae	297	5,63	250	6,03		

		Anthocoridae	1	0,02	3	0,07
Hemiptera Heteroptera	Cimicoidea	Anthocoridae- <i>Orius</i> sp.	15	0,28	21	0,51
	Lygaeoidea	Lygaeidae	13	0,25	26	0,63
	Naboidea	Nabidae- <i>Tropiconabis</i> sp.	0	0,00	1	0,02
	Reduvidioidea	Reduviidae	14	0,27	5	0,12
Coleoptera		Carabidae	5	0,09	18	0,43
	Caraboidea	Carabidae- <i>Callida</i> sp.	1	0,02	0	0,00
		Carabidae- <i>Lebia</i> sp.	6	0,11	56	1,35
		Cicindelidae	6	0,11	2	0,05
	Cucujoidea	Coccinellidae	150	2,85	167	4,03
	Staphylinoidea	Staphylinidae	26	0,49	29	0,70
Neuroptera	....	Chrysopidae	0	0,00	2	0,05
	....	Hemerobiidae	40	0,76	85	2,05
Dermaptera	....	Forficulidae	1	0,02	9	0,22
Araneae	....	Aranha	120	2,28	238	5,74
N			5272		4149	
S			46		47	
ED			0,70		0,76	
H'			1,17 b ¹		1,27 a	

FR = frequência; N = total de indivíduos; S = riqueza; ED = equitabilidade; H' = diversidade de Shannon-Wiener.

¹ Valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

8.3 ANEXO III

Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (safrinha 2009), totalizando 5 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Milho 1”, Ibiporã-PR.

Ordem	Taxon		Perto da mata	FR	Longe da mata	FR	
	Super Família	Família					
Hymenoptera	Chrysoidea	Bethylidae	210	0,07	164	0,06	
		Chrysididae	7	0,00	0	0,00	
		Dryinidae	5	0,00	6	0,00	
	Evanoidea	Evaniidae	3	0,00	4	0,00	
	Ichneumonoidea	Braconidae	225	0,07	289	0,11	
		Ichneumonidae	318	0,10	220	0,09	
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	21	0,01	3	0,00	
		Megaspilidae	11	0,00	11	0,00	
	Cynipoidea	Eucoilidae	149	0,05	82	0,03	
		Figitidae	14	0,00	8	0,00	
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	52	0,02	36	0,01	
		Monomachidae	1	0,00	0	0,00	
	Platygastroidea	Platygastridae	3	0,00	1	0,00	
		Scelionidae	169	0,05	209	0,08	
	Chalcidoidea	Agaonidae	0	0,00	1	0,00	
		Aphelinidae	3	0,00	1	0,00	
		Chalcididae	14	0,00	10	0,00	
		Elasmidae	1	0,00	0	0,00	
		Encyrtidae	76	0,02	42	0,02	
		Eulophidae	64	0,02	66	0,03	
		Eurytomidae	1	0,00	4	0,00	
		Leucospidae	1	0,00	0	0,00	
		Mymaridae	159	0,05	79	0,03	
		Pteromalidae	52	0,02	48	0,02	
		Torymidae	1	0,00	1	0,00	
		Trichogrammatidae	9	0,00	0	0,00	
		Vespoidea	Mutillidae	39	0,01	55	0,02
			Pompilidae	403	0,13	254	0,10
			Tiphiidae	1	0,00	0	0,00
	Vespidae		32	0,01	10	0,00	
	Diptera	Asiloidea	Asilidae	7	0,00	1	0,00
		Bombyliidae	1	0,00	4	0,00
Empidoidea		Dolichopodidae	185	0,06	152	0,06	
....		Pipunculidae	45	0,01	39	0,02	
....		Syrphidae	83	0,03	63	0,02	
Oestroidea		Tachinidae	228	0,07	189	0,07	

		Anthocoridae	3	0,00	3	0,00
	Cimicoidea	Anthocoridae- <i>Orius</i> sp.	3	0,00	7	0,00
Hemiptera Heteroptera	Lygaeoidea	Lygaeidae	49	0,02	14	0,01
		Lygaeidae- <i>Geocoris</i> sp.	3	0,00	3	0,00
	Naboidea	Nabidae- <i>Tropiconabis</i> sp.	1	0,00	1	0,00
	Reduvidioidea	Reduviidae	5	0,00	10	0,00
Coleoptera	Caraboidea	Carabidae	0	0,00	1	0,00
		Carabidae- <i>Lebia</i> sp.	110	0,04	191	0,07
	Cucujoidea	Coccinellidae	175	0,06	175	0,07
	Staphylinoidea	Staphylinidae	25	0,01	34	0,01
Neuroptera	....	Chrysopidae	30	0,01	19	0,01
	....	Hemerobiidae	53	0,02	22	0,01
Odonata	Coenagrionoidea	Coenagrionidae	0	0,00	1	0,00
Araneae	....	Aranha	42	0,01	24	0,01
N			3092		2557	
S			47		44	
ED			0,79		0,79	
H'			1,32 a ¹		1,29 b	

FR = frequência; N = total de indivíduos; S = riqueza; ED = equitabilidade; H' = diversidade de Shannon-Wiener.

¹ Valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

8.4 ANEXO IV

Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (safrinha 2009), totalizando 10 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Milho 2”, Ibiporã-PR.

Ordem	Taxon		Perto da mata	FR	Longe da mata	FR	
	Super Família	Família					
Hymenoptera	Chrysidoidea	Bethylidae	124	0,01	392	0,03	
		Dryinidae	2	0,00	1	0,00	
		Sclerogibbidae	1	0,00	0	0,00	
		Scolebythidae	1	0,00	0	0,00	
	Evanoidea	Evaniidae	3	0,00	1	0,00	
	Ichneumonoidea	Braconidae	4710	0,48	5938	0,42	
		Ichneumonidae	1713	0,18	2868	0,20	
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	3	0,00	35	0,00	
		Megaspilidae	135	0,01	133	0,01	
	Cynipoidea	Eucoilidae	139	0,01	275	0,02	
		Figitidae	11	0,00	77	0,01	
		Liopteridae	1	0,00	0	0,00	
	Proctotrupoidea	Diapriidae	57	0,01	53	0,00	
		Monomachidae	42	0,00	41	0,00	
	Platygastroidea	Platygastridae	1	0,00	1	0,00	
		Scelionidae	83	0,01	431	0,03	
	Chalcidoidea	Aphelinidae	1	0,00	1	0,00	
		Chalcididae	13	0,00	12	0,00	
		Encyrtidae	46	0,00	90	0,01	
		Eulophidae	263	0,03	409	0,03	
		Eupelmidae	1	0,00	0	0,00	
		Eurytomidae	1	0,00	4	0,00	
		Mymaridae	38	0,00	90	0,01	
		Perilampidae	1	0,00	12	0,00	
		Pteromalidae	200	0,02	555	0,04	
		Torymidae	1	0,00	0	0,00	
		Trichogrammatidae	3	0,00	2	0,00	
		Vespoidea	Mutillidae	5	0,00	20	0,00
			Pompilidae	47	0,00	111	0,01
			Tiphiidae	1	0,00	1	0,00
			Vespidae	49	0,01	15	0,00
	Diptera	Asiloidea	Asilidae	19	0,00	11	0,00
Empidoidea		Dolichopodidae	12	0,00	33	0,00	
		Pipunculidae	12	0,00	25	0,00
....		Syrphidae	259	0,03	380	0,03	
Oestroidea		Tachinidae	1005	0,10	847	0,06	

		Anthocoridae	0	0,00	1	0,00
	Cimicoidea	Anthocoridae- <i>Orius</i> sp.	19	0,00	19	0,00
Hemiptera Heteroptera	Lygaeoidea	Lygaeidae	5	0,00	34	0,00
	Naboidea	Nabidae- <i>Tropiconabis</i> sp.	1	0,00	0	0,00
	Pentatomoidae	Pentatomidae (Asopinae)	0	0,00	4	0,00
	Reduvidae	Reduviidae	0	0,00	2	0,00
		Caraboidea	Carabidae	3	0,00	3	0,00
Coleoptera		Carabidae- <i>Lebia</i> sp.	21	0,00	75	0,01
	Cucujoidea	Coccinellidae	239	0,02	704	0,05
	Staphylinoidea	Staphylinidae	58	0,01	118	0,01
Neuroptera	....	Chrysopidae	105	0,01	58	0,00
	....	Hemerobiidae	234	0,02	286	0,02
Araneae	....	Aranha	46	0,00	58	0,00
N			9734		14226	
S			46		43	
ED			0,50		0,56	
H'			0,83 b ¹		0,92 a	

FR = frequência; N = total de indivíduos; S = riqueza; ED = equitabilidade; H' = diversidade de Shannon-Wiener.

¹ Valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

8.5 ANEXO V

Ocorrência de inimigos naturais coletados por armadilha Malaise ao longo do desenvolvimento da cultura do milho (safrinha 2009), totalizando 5 coletas, nos locais de amostragem situados próximos a borda da mata (25m) e longe da borda da mata (525m). Área “Milho 3”, Rolândia-PR.

Ordem	Taxon		Perto da mata	FR	Longe da mata	FR	
	Super Família	Família					
Hymenoptera	Chrysoidea	Bethylidae	148	0,03	243	0,07	
		Chrysididae	1	0,00	0	0,00	
		Dryinidae	7	0,00	2	0,00	
	Evanoidea	Evaniidae	16	0,00	0	0,00	
	Ichneumonoidea	Braconidae	483	0,09	441	0,12	
		Ichneumonidae	493	0,09	293	0,08	
	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	10	0,00	8	0,00	
		Megaspilidae	3	0,00	9	0,00	
	Cynipoidea	Eucoilidae	512	0,09	246	0,07	
		Figitidae	5	0,00	2	0,00	
		Liopteridae	1	0,00	0	0,00	
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	23	0,00	36	0,01	
		Monomachidae	1	0,00	1	0,00	
	Platygastroidea	Platygastridae	8	0,00	20	0,01	
		Scelionidae	93	0,02	138	0,04	
	Chalcidoidea	Aphelinidae	5	0,00	3	0,00	
		Chalcididae	56	0,01	3	0,00	
		Elasmidae	1	0,00	2	0,00	
		Encyrtidae	174	0,03	126	0,03	
		Eulophidae	362	0,07	197	0,05	
		Eupelmidae	2	0,00	0	0,00	
		Eurytomidae	16	0,00	0	0,00	
		Mymaridae	59	0,01	29	0,01	
		Perilampidae	7	0,00	0	0,00	
		Pteromalidae	51	0,01	25	0,01	
		Signiphoridae	0	0,00	1	0,00	
		Torymidae	0	0,00	1	0,00	
		Trichogrammatidae	1	0,00	0	0,00	
		Vespoidea	Mutillidae	36	0,01	9	0,00
			Pompilidae	442	0,08	253	0,07
Vespididae	70		0,01	3	0,00		
Diptera	Asiloidea	Asilidae	10	0,00	0	0,00	
		Bombyliidae	7	0,00	7	0,00
	Empidoidea	Dolichopodidae	1021	0,18	495	0,13	
		Pipunculidae	219	0,04	24	0,01
		Syrphidae	310	0,06	121	0,03

	Oestroidea	Tachinidae	276	0,05	150	0,04
Hemiptera Heteroptera	Lygaeoidea	Lygaeidae	2	0,00	3	0,00
		Lygaeidae- <i>Geocoris</i> sp.	1	0,00	6	0,00
	Naboidea	Nabidae- <i>Tropiconabis</i> sp.	1	0,00	1	0,00
	Reduvidae	Reduviidae	3	0,00	2	0,00
	Cimicoidea	Anthocoridae	5	0,00	21	0,01
Anthocoridae- <i>Orius</i> sp.		3	0,00	8	0,00	
Coleoptera	Caraboidea	Carabidae	1	0,00	1	0,00
		Carabidae- <i>Lebia</i> sp.	44	0,01	24	0,01
	Cucujoidea	Coccinellidae	445	0,08	458	0,12
	Staphylinoidea	Staphylinidae	22	0,00	124	0,03
Neuroptera	....	Chrysopidae	36	0,01	52	0,01
	....	Hemerobiidae	43	0,01	52	0,01
Araneae	....	Aranha	31	0,01	30	0,01
Mantodea	....	Louva-a-deus	1	0,00	0	0,00
N			5567		3670	
S			49		42	
ED			0,71		0,75	
H'			1,21 a		1,22 a	

FR = frequência; N = total de indivíduos; S = riqueza; ED = equitabilidade; H' = diversidade de Shannon-Wiener.

¹ Valores seguidos de mesma letra não difere significativamente entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A. Biodiversity and biocontrol: Lessons from insect past management. In: ANDREWS, H.; Tommerup, I. C. **Advances in plant pathology**. v. 11, Academic Press, p. 192-209. 1995.
- ALTIERI, M. A. Patterns of insect diversity in monocultures and polycultures of brussels sprouts. **Protection Ecology**, Amsterdam, v. 6, p. 227-232, 1984.
- ALTIERI, M. A. Increasing biodiversity to improve insect pest management in agroecosystems. In: **Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture**. UK: Ed. DL Hawksworth, 1991.
- ALTIERI, M. A.; CURE, J. R.; GARCIA, M. A. The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems. In: LASALLE, J.; GAULD, I.D. (Ed.) **Hymenoptera and biodiversity**. London: CAB International, 1993.
- ALTIERI, M. A.; SCHIMIDT, L. L. **The dynamics of colonizing arthropod communities at the interface of abandoned, organic and commercial orchards and adjacent woodland habitats**. Agriculture, Ecosystems and Environment, 16. 1986. p. 29-43.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, N. E.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Editora Holos Ltda, 2003.
- ALTIERI, M. A.; TODD, J. W. Some influences of vegetational diversity on insect communities of Georgia soybean fields. **Protection Ecology**, Amsterdam, v. 3, p. 333-338, 1981.
- ALUJA, M. Future trends in fruit fly management. In: McPHERON, B. A.; STECK, G. J. **Fruit fly pests, a world assessment of their biology and management of their biology and management**. Delray Beach: St. Lucie Press, p. 309-320, 1996.
- AGUIAR MENEZES, E. de L. **Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia (Documentos,164), 44 p. 2003.
- ANDOW, D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annu. Rev. Entomol.** 36: 1991.
- ASQUITH, D. Some insecticides and miticides for integrated pest management in apple orchards. **The Pennsylvania Fruit News**, v. 52, p. 16-20, 1973.
- AYRES, M. *et al.* **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 5. ed. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília, 2007.
- BACILIERI, S. *et al.* Controle Biológico de insetos e ácaros. Instituto Biológico. **Boletim Técnico**, v. 15, jul. 2006.

- BAGGEN, L. R. *et. al.* Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploration by insect natural enemies for conservation biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxon, v. 91, p. 155-161. 1991.
- BARBOSA, P.; BENREY, B. The influence of plants on insect parasitoids: Implications for conservation biological control. In: BARBOSA, P (Ed.) **Conservation Biological Control**. San Diego: Elsevier, p. 55-82. 1998.
- BARROS, N. M. Utilização do fungo *Nomuraea rileyi* para o controle da lagarta da soja. In: MEDEIROS, L.; ARAÚJO, M. C. G. P.; COELHO, G. C. (Org.). **Interações ecológicas & biodiversidade**. Ijuí: Unijuí, 1996. p. 225-233.
- BAXTER, S.M. **Windbreaks**. Pinner: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. UK, 1979.
- BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, M.A.; MARINO, C. A. B. **Danos causados por percevejos (Hemíptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP**. Arquivo do Instituto Biológico, São Paulo, v. 70, n. 2. 2003. p. 169-175
- BUENO, V. H. P. **Controle Biológico de Pragas: Produção Massal e Controle de Qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2ª ed. 430 p. 2009.
- CARNEIRO, A. A.; GOMES, E. A.; NONATO, L. F. V.; BRITO, W. M. A., FERNANDES, F. T.; CARNEIRO, N. P.; GUIMARÃES, C. T.; CRUZ, I. **Caracterização Molecular de Fungos Entomopatogênicos Utilizados no Controle Biológico de Pragas do Milho - *Beauveria bassiana* versus *Spodoptera frugiperda***. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. (Comunicado técnico 93). 2004.
- CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. Piracicaba, 1970. 170 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CHANEY, W. E. Biological control of aphids in lettuce using in-field insectaries. In: PICKETT, C. H.; BUGG, R. L. (Ed). **Enhancing biological control, habitat management to promote natural enemies of agricultural pests**. Berkeley: University of California Press, p. 73-85, 1998.
- CHIVERTON, P.A.; SOTHERTON, N.W. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal propp edges. **Journal of Applied Ecology** 28. 1991. p. 1027-1039.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Balança Exportação**. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=18515&t=2>>. Acesso em: 02 out. 2010.
- COOMBES, D. S.; SOTHERTON, N. W. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptea in cereals. **Annals of Applied Biology**. Warwick, v. 108, p. 461-474, 1986.

- CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; NERY, M. Efeito de doses e de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides de pragas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1529-1538, set. 1999.
- COSTAMAGNA A. C. *et al.* Host density influences parasitism of the armyworm *Pseudaletia unipuncta* in agricultural landscapes. **Basic and Applied Ecology**, v. 5 p. 347–355, 2004.
- CROFT, B.A.; BROWN, W.A. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 20, p. 285-335, 1975.
- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. (Circular técnica 21). p. 45, 1995.
- CRUZ, I.; VALICENTE, F.H.; SANTOS, J.P. dos; WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997.
- CRUZ, I. **Controle Biológico de Pragas na Cultura de Milho para Produção de Conservas (Minimilho), por Meio de Parasitoides e Predadores**. Sete lagoas: Embrapa-CNPMS. (Circular Técnica 91). 2007.
- DALL’OGLIO, O. T. D.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, F. A.; PINTO, R. Himenópteros parasitoides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, 2003. p. 123-129.
- DEMITE, P. R.; FERES, R.J.F. Influência de Vegetação Vizinha na distribuição de Ácaros em Seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 34, n. 5, p. 829-836, set./out. 2005.
- DEMITE, P. R.; FERES, R.J.F. Influência de fragmentos de cerrado na infecção fúngica em ácaros de seringueira. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 74, n. 3, p. 271-273, jul./set., 2007.
- EMBRAPA. **Cultivo do milho**. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/index.htm>. Acesso em: 18 jun. 2009.
- EMBRAPA. **Cultivo do milho**. 2008a. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/prvegetativa.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2009.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008c.
- EMBRAPA SOJA. **História da soja**. 2009. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 15 jun. 2009.
- FADINI, M. A. M. *et al.* Efeito da cobertura vegetal do solo sobre a abundância e diversidade de inimigos naturais de pragas em vinhedos. **Revista brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 573-576, dez. 2001.

FANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de Milho**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária LTDA, 2004.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 02 out. 2010.

FBIC Food Biotech Communication Initiative. 2009. **Soja: pequenos grãos com múltipla utilidade**. Disponível em: <<http://www.cib.org.br/pdf/fbci09port.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, (Special Report 80). 1977. 11 p.

FERNANDES, O. A. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e Técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: [s.n.], 2000. p. 51-57.

FIGUEIREDO, M.L.C. Controle 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, dez. 2006.

FLINT, M. L.; VAN DEN BOSCH, R. **Introduction to integrated pes management**. New York: Plenum, 240 p. 1981.

FRY, G. Landscape ecology of insect movement in arable ecosystems. In: GLEN, D. M.; GREAVES P. M.; ANDERSON, H. M. **Ecology and integrated farming systems**. John Wiley and sons. UK: Bristol, 1995. p. 177-202.

FULLER, R. J. *et al.* Landscape composition models for breeding bird populations in lowland English farmland over a 20 year period. **Ecography** v. 20, p. 295-307, 1997.

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

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996.

GAZZONI, D. L., **Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agrônômicas da soja**. Pesquisa agrop. Bras. Brasília. v. 33. 1998. p. 1229-1237.

GODOY, K. B. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria (online - ISSN 0103-8478) 2010.

HAGEN, K. S. Ecosystem analysis: plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplements. In: BOETHAL, D. J.; EIKENBARY, R. D., (Ed.). **Interaction of plant resistance and parasitoids and predators of insects**. Chichester: Ellis Harwood, p.151-195. 1986.

HASSEL, P. M. **The espacial and Temporal Dynamics of Host-Parasitoid Interactions**. Oxford: Oxford University Press Inc, 2000.

HODEC, I. **Biology of the Coccinellidae**. Prague: Academy of Sciences, 269 p., 1973.

HOFFMAN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. de **Trabalhador no Cultivo de Grãos e Oleaginosas. Soja-MIP**. Curitiba: SENAR-PR, 2005.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação biológica de nitrogênio em soja. In: **ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994.

IBGE 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201008.pdf>. Acesso em: 01 out. 2010.

JONSEN, I. D.; FAHRING, L. **Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure**. *Landscape Ecology* 12, p. 185-197. 1997.

KLEIN, A. M.; DEWENTER, I. S.; TSCHARNTKE, T. Rain forest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, p. 315–323. 2006.

KRUESS, A. Effects of landscape structure and habitat type on a plant-herbivore-parasitoid community. **Ecography**, v. 26, p. 283-290. 2003.

KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. Habitat fragmentation, species loss, and biological control. **Science**, v. 264, p. 1581-1584. 1994.

LANDIS, D. A. Arthropod sampling in agricultural landscapes: ecological considerations. In: PEDIGO, L.P.; BUNTIN, G. D. eds. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. London: Academic Press, 1994.

LANDIS, D. A.; HAAS, M. J. Influence of landscape structure on abundance and within-field distribution of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larval parasitoids in Michigan. **Environ. Entomol.** 21: 1992.

LANDIS, D. A. *et al.* Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 175-201, 2000.

LEIUS, K. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 99, p. 444-446, 1967.

LEWIS, W. J.; LENTEREN, J. C. van; PHATAK, S. C.; TUMLINSON, J. H. A total system approach to sustainable pest management. **Proceedings of the National Academy of Science**, New York, v. 94, p. 12243-12248, 1997.

LOKE, W. H., T. R. ASHLEY, AND R. I. SAILER. 1983. Influence of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and corn plant damage on host finding in *Apanteles marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). **Environ. Entomol.**, v. 12, p. 911-915. 1983.

MAIER, C. T. Parasitoids emerging from puparia of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) infesting hawthorn and apple in Connecticut. **Canadian entomologist**, Ottawa, v. 113, p. 867-870, 1981.

MAGURRAM, A.E. **Ecological diversity and Its Measurement**. Princeton, Princeton University. 1988.

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

MOLINA-OCHOA, J. *et al.* Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. **Florida Entomologist**, v. 87, p. 461-472, 2004.

PANIZZI, A.R.; NIVA, C.C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 509-511, 1994.

PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 635 p., 2002.

PATERNIANI, E; NASS, L. L; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil – Uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Ed. Pararelo 15, 2000. p. 11-41.

PINAZZA, L.A. **Cultura do milho**: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: São Paulo: Potafos, 1993. p. 1-3.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: ESALQ/USP, 2004.

POLLARD, E. Hedges IV. A Comparison Between the Carabidae of a Hedge and Field Site and those of a Woodland Glade. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 5, p. 649-657, 1968.

POWER, A. G. Plant community diversity, herbivore movement and insect-transmitted disease of maize. **Ecology**, Washington, v. 68, p. 1658-1669, 1987.

REVISTA RURAL. **Biocombustíveis – Uso do milho encarece a produção de etanol**. Ver. 125, Julho de 2008.

RIBEIRO, C. O.; SOSNOSKI, A. A. K. B.; WIDONSK, C. A. Redes Neurais aplicadas à previsão de preços da soja no mercado futuro. In: **XLIII CONGRESSO DA SOBER**. Ribeirão Preto: 2005.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, (Special Report n. 48). 1989. 21 p.

ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecology Monograph**, v. 43, p. 95-124, 1973.

SILVA, J. O. et al. Efeito da estrutura da paisagem e do genótipo de *Eucalyptus* na abundância e controle biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **Neotropical Entomology**, v. 39(1), p. 91-96, 2010.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de Ecologia dos Insetos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1976.

SOLOMON, M. G. Windbreaks as a source of orchard pests and predators. In: Thresh, J. M. **Pests, pathogens, and vegetation: the role of weeds and wild plants in the ecology of crop pests and disease**. Boston: Pitman, 1981. p. 273-283.

SPARKS, T. H. et al. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 60, p. 1-8, 1996.

STAMPS W. T.; LINIT M. J. Plant diversity and arthropod communities: implications for temperate agroforestry. *Agrofor. Syst*, 39: 1998. p. 73–89.

THIES, C.; TSCHARNTKE, T. Landscape structure and biological control in agroecosystems. **Science**, 285, p. 893-895. 1999.

TSCHARNTKE, T.; KRUESS, A. Habitat fragmentation and biological control. In: HAWKINS, B. A.; CORNELL H. V. **Theoretical Approaches to Biological Control**. Cambridge: cambridge university press, 1999.

TSCHARNTKE, T. et al. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. **Ecological Applications**, 12, p. 354-363. 2002.

USDA **Crop Production** 2003. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2003/03-02/Grains.xls>>. Acesso em: 18 jun. 2009.

VALLADARES G. et al. Habitat Fragmentation Effects on Trophic Processes of Insect-Plant Food Webs. **Conservation Biology**, v. 20, p. 212–217. 2006.

VAN EMDEN, H. F. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. **Scientific Horticulture**, Kent, v. 17, p. 121-136. 1965.

WACKERS, F. L.; VAN RIJN, P. C. J. Food for protection: an introduction. In: WACKERS, F. L.; VAN RIJN, P. C. J; BRUIN, J (Ed.). **Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and Its Applications**. Cambridge: cambridge university press, 2005. p. 1-14.