

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

BRUNA COUSSEAU

**FAUNA EDÁFICA SOB EFEITO DE HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES NA CULTURA DO MILHO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO II

DOIS VIZINHOS

2018

BRUNA COUSSEAU

**FAUNA EDÁFICA SOB EFEITO DE HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Profa. Dr. Dinéia Tessaro

DOIS VIZINHOS

2018

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a minha família, em especial aos meus pais Lauro Cousseau e Zenilda Abel de Oliveira, que sempre estiveram ao meu lado e que sem o apoio e incentivo deles, com certeza não teria chegado até esta conquista. Nunca terei palavras pra agradecer e expressar meu amor por vocês, essa vitória é de vocês também!

Ao meu irmão Diego Junior Cousseau e minha cunhada Daniella Luiz da Silva por serem meus segundos pais, irmãos e acima de tudo amigos. Obrigado por sempre me ouvirem e estarem do meu lado nos momentos felizes e difíceis, tenho orgulho de vocês!

À minha sobrinha Maria Eduarda Cousseau, por sempre estar do meu lado e se espelhando em mim.

Minha amiga e colega de faculdade, que riu comigo, choramos muito, já nos desesperamos e já duvidamos da nossa capacidade de vencer nesta etapa e com certeza seria tudo diferente se não tivesse você no meu curso, toda essa convivência virou um laço difícil de desmanchar, Laís da Silva.

À minha orientadora, Dinéia Tessaro, que teve toda a dedicação e paciência; que passou finais de semana, feriado me ajudando e buscando corrigir meus erros de forma positiva sempre buscando meu melhor. Serei grata por tudo, não teria chegado à conclusão deste trabalho sem a sua ajuda e apoio!

Ao corpo docente da UTFPR – DV, que sem eles não estaria onde estou hoje e não teria ficado tão fascinada por esse curso.

Enfim á todos, que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.



TERMO DE APROVAÇÃO

FAUNA EDÁFICA SOB EFEITO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO MILHO

por

BRUNA COUSSEAU

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentado(a) em 27 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a). O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dinéia Tessaro
UTFPR – Dois Vizinhos

Carlos Alberto Casali
UTFPR – Dois Vizinhos

Jessica Camile da Silva
UTFPR – Dois Vizinhos

Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

Coordenador(a) do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

RESUMO

COUSSEAU, Bruna. Fauna edáfica sob efeito de herbicidas pós-emergentes da cultura do milho. 55 f. Trabalho de conclusão de Curso II (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos. 2018.

O milho (*Zea mays*) é o principal cereal cultivado, demandando cada vez mais tecnologias e manejos para aumentar a produtividade e lucratividade. O uso frequente de herbicidas para controle de plantas daninhas que, competem com o milho também produzem efeitos na biodiversidade do solo, podendo acarretar degradação do mesmo. O trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da aplicação dos herbicidas pós-emergentes utilizados na cultura do milho sobre os organismos da fauna epiedáfica. O experimento foi conduzido á campo, na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, no período de fevereiro de 2018. O experimento foi avaliado pelo delineamento inteiramente casualizado, sendo instaladas 3 parcelas divididas em 4 blocos de 40m², nas quais foi cultivado milho e a fauna epiedáfica avaliada pelo método *Pitfall trap*, com 3 armadilhas por bloco, as quais foram coletadas semanalmente, durante 5 semanas. Os tratamentos foram constituídos por 3 herbicidas comerciais com ação pós-emergente aplicados na cultura do milho e por um tratamento testemunha. Foram identificados 11 grupos taxonômicos, variando sua densidade em função do tratamento e semana estudada, sendo o grupo Hymenoptera mais representativo durante todo o estudo. Não foi encontrada diferença significativa em relação aos diferentes tratamentos em cada uma das semanas. O efeito residual dos herbicidas ao longo das semanas apresentou significância, assim a densidade total de organismos da fauna edáfica foi influenciada pelos tratamentos ao longo das semanas.

Palavras-chaves: *Zea mays*. Fauna do solo. Qualidade do solo. Plantas daninhas.

ABSTRACT

COUSSEAU, Bruna. Edaphic fauna under the effect of post-emergent herbicides of the maize crop. 55 f. Completion work of Course II (Course of Agronomy) Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos. 2018.

Corn (*Zea mays*) is the main cereal grown, demanding more and more technologies and manufacturing to increase productivity and profitability. The frequent use of herbicides to control weeds, which can be cultivated with the same nature, is a biodiversity of the soil, which can lead to the degradation of the same. The effects that are not possible to the determination of the applications of post-emergent herbicides made in the culture of the organics of the fauna of epiedáfica. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal Technological University of Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, in the period of February 2018. The experiment was evaluated by a completely randomized design, with 3 plots divided into 4 blocks of 40 m², in which was cultivated corn and the fauna epiedografia evaluated by the trap trap method, with 3 traps per block, as were collected weekly, during 5 weeks. The results were constituted by three herbicides, the post-emergence measures in the maize crop and a control treatment. Eleven taxonomic groups were identified, varying their density as a function of the time period and the week studied, being the Hymenoptera group more representative throughout the study. It was not able to do a large number of treatments every week. The effect of the herbicides to the length of weeks mean significance, such as total organic density of edfcientential in the effects of the fat extents of the week of weeks.

Keywords: *Zea mays*. Fauna of the soil. Soil quality. Weeds.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – HERBICIDAS REGISTRADOS PARA O USO NA CULTURA DO MILHO, CONTENDO SEU PRINCÍPIO ATIVO, ÉPOCA DE APLICAÇÃO (PÓS E PRÉ-EMERGÊNCIA) E MODO DE AÇÃO DO MESMO.....	15
TABELA 2 – FUNÇÃO DAS CATEGORIAS DA FAUNA DO SOLO EM RELAÇÃO À CICLAGEM DE NUTRIENTES E ESTRUTURAÇÃO DO SOLO.....	17
TABELA 3 – GRUPOS DOS ORGANISMOS ENCONTRADOS NA MACROFAUNA DO SOLO E SUA INDICAÇÃO EM RELAÇÃO AO USO DO SOLO.....	19
TABELA 4 – DATA DE INSTALAÇÃO DE CADA UMA DAS BATERIAS DE ARMADILHAS.....	29
TABELA 5 – ABUNDÂNCIA TOTAL DE ORGANISMOS EDÁFICOS AMOSTRADOS EM DIFERENTES GRUPOS TAXONÔMICOS MEDIANTE A APLICAÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO MILHO EM 5 PERÍODOS APÓS A APLICAÇÃO.....	36
TABELA 6 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA ANOVA REPRESENTANDO F1 (DIFERENÇA ENTRE OS TRATAMENTOS EM CADA SEMANA) E F2 (MÉDIA DOS TRATAMENTOS COM O PASSAR DO TEMPO).....	38
TABELA 7 – DADOS ANALISADOS PELO TESTE DE TUKEY, VERIFICANDO O EFEITO GLOBAL DOS TRATAMENTOS AO LONGO DAS SEMANAS DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	39
TABELA 8 – ABUNDÂNCIA, RIQUEZA TOTAL E ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON E PIELOU PARA ORGANISMOS DA FAUNA EDÁFICA APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO MILHO.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FOTO DA ÁREA EXPERIMENTAL, PREVIAMENTE A INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	23
FIGURA 2 – A (CROQUI ILUSTRATIVO CONTENDO 3 BLOCOS DIVIDIDOS EM 4 PARCELAS) E B DIVISÃO A CAMPO COM FAIXAS REFLETIDAS.....	24
FIGURA 3 – MOMENTO DE SEMEADURA COM AS PLANTAS JÁ TRATADAS.....	25
FIGURA 4 APLICAÇÃO DOS HERBICIDAS UTILIZANDO A COSTAL COM UMA BARRA ACOPLADA, QUANDO O MILHO APRESENTAVA-SE NA FASE V3	26
FIGURA 5 - FRASCOS PLÁSTICOS CONTENDO 2/3 DO SEU VOLUME, COM 4% DE CONSERVANTE FORMOL.....	27
FIGURA 6 – ARMADILHA PITFALL A CAMPO.....	28
FIGURA 7 – FRASCOS CONTENDO ORGANISMOS AMOSTRADOS CONSERVADOS EM ÁLCOOL 70%.....	29
FIGURA 8 – PROCESSO DE SEPARAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS ORGANISMOS AMOSTRADOS AO MENOR NÍVEL TAXNÔNOMICO POSSÍVEL.....	29
FIGURA 9 – DADOS CLIMATOLÓGICOS (TEMPERATURA MÁXIMO-MÍNIMA-PRECIPITAÇÃO-NOITE FRIAS/DIAS QUENTES) SOBRE O MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS – PARANÁ.....	31
FIGURA 10 – RELAÇÃO ENTRE O COMPONENTE PRINCIPAL 1 (CP1) E A COMPONENTE PRINCIPAL 2 (CP2), DISCRIMINANDO OS TRATAMENTO COM DIFERENTES HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES APÓS A APRIMEIRA APLICAÇÃO. DOIS VIZINHOS –PR, 2018.....	42
FIGURA 11 - RELAÇÃO ENTRE O COMPONENTE PRINCIPAL 1 (CP1) E A COMPONENTE PRINCIPAL 2 (CP2), DISCRIMINANDO OS TRATAMENTO COM DIFERENTES HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES APÓS A SEGUNDA APLICAÇÃO. DOIS VIZINHOS –PR, 2018.....	43
FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE O COMPONENTE PRINCIPAL 1 (CP1) E A COMPONENTE PRINCIPAL 2 (CP2), DISCRIMINANDO OS TRATAMENTO COM DIFERENTES HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES APÓS A TERCEIRA APLICAÇÃO. DOIS VIZINHOS –PR, 2018.....	44
FIGURA 13 - RELAÇÃO ENTRE O COMPONENTE PRINCIPAL 1 (CP1) E A COMPONENTE PRINCIPAL 2 (CP2), DISCRIMINANDO OS TRATAMENTO COM DIFERENTES HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES APÓS A QUARTA APLICAÇÃO. DOIS VIZINHOS –PR, 2018.....	45
FIGURA 14 - RELAÇÃO ENTRE O COMPONENTE PRINCIPAL 1 (CP1) E A COMPONENTE PRINCIPAL 2 (CP2), DISCRIMINANDO OS TRATAMENTO COM DIFERENTES HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES APÓS A QUINTA APLICAÇÃO. DOIS VIZINHOS –PR, 2018.....	46
FIGURA 15 – DISTRIBUIÇÃO DAS ORDENS DOS ORGANISMOS EM RELAÇÃO À APLICAÇÃO DOS DIFERENTES TRATAMENTOS.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 JUSTIFICATIVA.....	9
3 OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO.....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
4 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	11
4.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO NO BRASIL	11
4.2 PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO	12
4.3 HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	13
4.4 FAUNA DO SOLO	16
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.1 ÁREA DE ESTUDO	21
5.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	21
5.3 COLETA E ANÁLISE DA FAUNA EPIEDÁFICA.....	24
5.4 ANALISE DOS DADOS	28
6 RESULTADO	29
7 CONCLUSÃO.....	45
REFERENCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L) é uma das culturas de cereais de produção significativa no Brasil, sendo o terceiro maior produtor mundial de grão (FIESP, 2018). Sua produção cresce anualmente por ser uma excelente alternativa de renda para o agricultor e pela sua grande multiplicidade de usos, destacando-se a alimentação animal, cuja estimativa de crescimento é superior a 30% nos próximos dez anos (PEIXOTO, 2014).

Em virtude de sua importância econômica, existe grande preocupação em relação aos prejuízos ocasionados pelas plantas daninhas podendo gerar até 70% de redução do rendimento dos grãos (PITOMBEIRA, 2012). Portanto o controle de plantas daninhas através de métodos químicos representa um mecanismo de extrema importância, sendo esse método o mais empregado, considerando sua praticidade e eficiência (PASQUALETTO et al, 2001).

Considerando que o solo é o destino final dos produtos químicos utilizados na agricultura, e que esses deixam seu residual no solo, deve-se ter cautela em sua aplicação e utilização, pois ao entrarem em contato com o solo, estão sujeitos a processos físico-químicos. (MANCUSO et al, 2011).

Embora a grande maioria dos herbicidas não seja aplicada diretamente no solo, o mesmo pode ser contaminado pelos processos de retenção pelo solo, transformação, degradação química e/ou biológica, lixiviação e escoamento do material, transporte por deriva, volatilização e lixiviação, bem como interceptação direta da calda pela superfície do solo (MANCUSO et al, 2011).

Esta contaminação pode afetar o solo em diferentes níveis, entre eles a fauna do solo, a qual é tradicionalmente utilizada como bioindicadora para a detecção e monitoramento da qualidade ambiental (SILVA et al 2008). Neste sentido, estudo feito por Lourente, 2007, mostra que alguns herbicidas são capazes de influenciar a fauna edáfica promovendo redução na densidade dos organismos da fauna, bem como uma diminuição na diversidade do mesmo.

Avaliando seu papel funcional no solo, tem aumentado o interesse nos impactos de agrotóxicos sobre a diversidade da fauna e as funções do solo, bem como o uso racional dos herbicidas utilizados na agricultura buscando minimizar os impactos ambientais da agricultura. Neste sentido, há a necessidade de estudos visando avaliar os efeitos negativos dos herbicidas sobre a fauna do solo, permitindo estimar a extensão do distúrbio oriundo desta prática agrícola, bem como compreender o comportamento destes herbicidas no solo (MANCUSO et al, 2011).

Diante do exposto, considerando a importância da fauna do solo para os processos edáficos e sua potencialidade em responder as pressões impostas sobre o solo, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes herbicidas pós-emergentes da cultura do milho sobre a comunidade da fauna edáfica.

2 JUSTIFICATIVA

O milho é uma das culturas mais importantes mundialmente, tanto do ponto de vista econômico como do ponto de vista social. Neste contexto, o Brasil vem ganhando importância no cenário mundial, por ser o segundo maior exportador de grãos, atualmente com 17% das exportações, tornando o milho a terceira cultura que mais gera renda para o país (FIESP, 2018).

Um dos problemas encontrados pelo produtor na sua produção está nas perdas na produtividade do milho em consequência da presença de plantas daninhas (PITOMBEIRA, 2012), tornando necessária a adoção de manejos de controle químico para minimizar essas perdas.

Embora o manejo químico seja essencial para o controle de plantas daninhas, muitos herbicidas podem contaminar o solo e promover algumas mudanças em suas características, incluindo a fauna do solo capaz de modificar suas propriedades físicas, químicas e biológicas (CORREIA e OLIVEIRA, 2000).

Considerando seu papel no solo, a fauna edáfica contribui para o conhecimento e entendimento da funcionalidade e sustentabilidade de solos em diferentes condições de manejo, sendo de suma importância, para optar por escolhas mais sustentáveis (ABREU, 2014).

Considerando a importância da cultura do milho e da necessidade de tratamentos culturais para garantir sua produção, muitas vezes a fauna do solo é negligenciada, embora apresente papel determinante nos processos edáficos. Com isso o trabalho busca maiores informações, tanto para agricultores quanto para técnicos, em relação a diferentes herbicidas aplicados no milho e quais trariam efeitos negativos para a fauna edáfica do solo, servindo de apoio para escolha de herbicidas que tragam prejuízos menos significativos em relação ao componente biológico do solo.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO

Avaliar o efeito da aplicação de herbicidas pós-emergentes utilizados na cultura do milho sobre a fauna edáfica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Avaliar o efeito de diferentes herbicidas pós-emergentes aplicados na cultura do milho sob a fauna edáfica.

- Avaliar dentre os herbicidas comerciais testados o de maior dano aos grupos da fauna edáfica.

- Verificar alterações na diversidade, dominância e equidade dos grupos da fauna edáfica, frente à aplicação de diferentes herbicidas.

4 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

4.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO NO BRASIL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, o qual ocupa a maior área cultivada entre as principais culturas (FIESP, 2018). Ele representa cerca de 41,43% de toda a produção de grãos do país na safra 17/18, com 81 milhões de toneladas produzidas (CONAB, 2018). Seu plantio e produção crescem anualmente e isso se deve a sua introdução no Sistema de Plantio Direto, o qual faz a rotação de culturas, tornando-se uma cultura de ótima alternativa para o sistema, bem como por sua multiplicidade de usos (OLIVEIRA et al, 2013).

Sua semeadura é feita em duas épocas, podendo ocorrer na primeira e na segunda safra. A primeira safra, denominada safrinha, é muito utilizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, em que sua semeadura ocorre em janeiro. Já a segunda safra ocorre entre setembro e dezembro, época em que se têm melhores condições climatológicas que comprovadamente garante melhor produtividade (MALDANER et al, 2014).

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, sendo utilizado para diversos fins, desde alimentação humana, bem como matéria-prima para outros complexos agroindustriais (MODESTO et al, 2014). Contudo seu principal emprego ocorre em dietas animais, utilizando aproximadamente 70% do milho produzido no Brasil para alimentação de aves e suínos (CUSTODIO et al, 2016), tendo em vista que se trata de um principal macro ingrediente para a produção de rações, devido a seu elevado valor energético comparado a outros cereais (TORRES et al, 2003).

Considerando o exposto, frente à importância da cultura, buscam-se manejos que aumentem a produtividade do milho e que evitem prejuízos relacionados ao estabelecimento de competição com as plantas daninhas, a qual pode se tornar um grande gargalo para a produção, caso não seja bem manejado (RABELO et al, 2015). Portanto, reduzir ou eliminar esta interferência causada pelas

plantas daninhas, consiste em uma prática indispensável à produção de milho (ROSSI, 1996).

4.2 PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO

Um conceito amplo de planta daninha é dado por Shaw (1956), o qual as define como “toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada”. Este conceito pode ser entendido também, como uma planta que compete por alimento, água, ambiente, entre outros fatores, com a cultura desejada (VASCONCELOS et al, 2012).

O nível de interferência das plantas daninhas nas culturas depende de alguns fatores como a espécie da cultura plantada, do grau de infestação, fatores de ambiente (solo, clima e manejo) e o período de convivência entre a cultura e a planta infestante (TIMOSSI e FREITAS, 2011). Os prejuízos provocados pela sua interferência podem chegar à redução drástica de produtividade, além de aumentar os custos de produção, diminuir a qualidade do produto reduzindo sua eficiência agrícola e seu valor comercial (VASCONCELOS et al, 2012).

Neste sentido, as plantas daninhas representam também para a cultura do milho, um empecilho, pois podem ocasionar prejuízos de até 70% de redução do rendimento dos grãos (PITOMBEIRA, 2012). Elas também podem afetar a qualidade do produto e competir com a cultura por nutrientes beneficiando-se, e acima de tudo podem servir como hospedeiras de pragas e doenças (VASCONCELOS et al, 2012).

Entre as plantas daninhas do milho, encontram-se espécies tanto de monocotiledôneas como dicotiledôneas, sendo as mais comuns, representadas pelas espécies *Euphorbia heterophyll* (Leiteira), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Cenchrus echinatus* (Capim-carrapicho) e *Digitaria horizontalis* (milhã) (PASQUALETTO et al, 2001).

O efeito negativo causado por essas plantas daninhas na cultura do milho resulta em redução no crescimento fenológico da planta cultivada e conseqüentemente, redução da espiga e dos grãos, resultando em baixa produtividade (RABELO et al, 2015). Essa interferência é uma resultante total de pressões ambientais, podendo ser indiretas e diretas (KARAM e MELHORANÇA, 2007). Entre as indiretas enquadram-se hospedeiros de insetos e doenças; E diretas, que são a competição, alelopatia (inibição de uma planta sobre a outra), interferência na colheita provocando perdas ou atraso, afetando negativamente o processo de polinização da cultura, entre outros (KARAM e MELHORANÇA, 2007).

Neste sentido, há a necessidade de buscar manejos e estratégias para que a interferência das plantas daninhas não se torne um gargalo para a produção. Cada vez mais se procura encontrar meios que sejam eficientes no controle de daninhas e que simultaneamente tenham baixo custo para o produtor, sendo o meio de controle mais utilizado, o método químico (VIDAL et al, 2006).

4.3 HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas, provocando a morte de algumas plantas e de outras não (OLIVEIRA, 2011). No Brasil tem-se uma estimativa que mais de 65% das áreas cultivadas utilizam o método químico para controle de plantas daninhas (KARAM et al, 2002), por ser um método eficaz, ter bom rendimento operacional e melhor relação custo/benefício (LIMA et al, 2010).

A eficácia de controle depende de fatores físico-químicos dos produtos, condições climatológicas do local, principalmente no momento e época de aplicação, bem como das espécies de plantas daninhas a serem controladas; Além de fazer uso racional do mesmo, não repetindo mais do que duas vezes por ciclo a aplicação de herbicidas com mesmos mecanismos de ação, prolongando sua eficiência e viabilidade, prevenindo plantas tolerantes e resistentes a esse herbicida (RABELO, 2015).

É de extrema importância conhecer as principais classificações dos herbicidas utilizados, pois é através desse conhecimento que terá base para definir estratégias para o seu controle (CARVALHO, 2013). Os herbicidas são classificados de acordo com o seu comportamento e seus atributos, podendo ser rotulados pela sua seletividade, translocação, época de aplicação e seu mecanismo de ação (OLIVEIRA, 2011).

A classificação de acordo com a translocação dos herbicidas é feita em duas categorias, sendo: de contato e sistêmicos. Os herbicidas de contato afetam somente as partes da planta que o herbicida tem contato, enquanto os sistêmicos, após serem absorvidos, são translocados pela planta até atingirem seu ponto de atuação (GUIMARÃES, 1987).

Quanto à época de aplicação, os herbicidas podem ser classificados em herbicidas de pré-emergência e pós-emergência. Os de pré-emergência são aplicados após a semeadura e atuam antes da emergência da cultura e das plantas daninhas, enquanto que, os de pós-emergência terão sua aplicação e atuação após a emergência das mesmas e sua maior absorção será via foliar (OLIVEIRA, 2011).

Fazem parte dos herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do milho, os grupos das: Triazinas, uréias substituídas, cloroacetaminas e Isoxazoles, enquanto os aplicados em pós-emergência são dos grupos das: Sulfoniluréias, Imidazolinonas, Triazolinone, Tricetonas 2-4D e Benzothiadiazinona. (OLIVEIRA, 2011), conforme tabela 1.

Tabela 1 – Herbicidas registrados para o uso na Cultura do Milho, contendo seu principio ativo, época de aplicação (pós e pré-emergência) e modo de ação do mesmo.

<i>PRINCIPIO ATIVO</i>	<i>ÉPOCA DE APLICAÇÃO</i>	<i>MODO DE AÇÃO</i>
acetolachlor	PRÉ	DV parte aérea
alachlor	PRÉ	DV parte aérea
alachlor + atrazine	PRÉ E PÓS	DV parte aérea/ FOTO II
ametryn	PÓS	FOTO II
atrazine	PRÉ	FOTO II
atrazine + isoxaflutole	PRÉ	FOTO II / CAR
atrazine + óleo vegetal	PÓS	FOTO II
atrazine + s-metolachlor	PRÉ E PÓS	FOTO II/ DV parte aérea
atrazine + simazine	PRÉ E PÓS	FOTO II
bentazon	PÓS	FOTO II
carfentrazone-ethyl	PÓS	PRO
cyanazine	PRÉ	FOTO II
2,4-D	PRÉ E PÓS	AUX
dimethenamid	PRÉ	DV parte arérea
foramsulfuron+iodosulfuron+methyl	PÓS	ALS
glufosinato de amônio	Jato dirigido	GLU
imazapic + imazapyr	PÓS	ALS
isoxaflutole	PRÉ	CAR
linuron	PRÉ	FOTO II
mesotrione	PÓS	CAR
nicosulfuron	PÓS	ALS
paraquat	Jato dirigido	FOTO I
s-metolachlor	PRÉ	DV parte aerea
pendimethalin	PRÉ	DV raiz
simazine	PRÉ	FOTO II
simazine + cyanazine	PRÉ E PÓS	FOTO II
tembotrione ²	PÓS	CAR
trifluralin	PRÉ	DV raiz

Fonte: KARAM, 2013.

Há uma gama muito grande de herbicidas registrados pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para utilização na cultura do milho, os quais devem ser manejados pelo produtor para que não ocorra a repetição de herbicidas que tenham o mesmo mecanismo de ação, pois isso irá provocar a seleção de cultivares resistente (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Além disso, a introdução de herbicidas em manejos agrícolas pode resultar em impactos na natureza, exercendo pressão de seleção nas plantas e alterando a dinâmica do ecossistema (SPADOTTO et al, 2004). Há herbicidas que possuem alto grau de volatilidade podendo se transformar em gases e assim poluir o ar, bem como aqueles que lixiviam com facilidade e sofrem erosão, podendo afetar o lençol freático (KARAM et al, 2002). Além dos problemas citados acima, há ainda consequências pela sua aplicação indiscriminada, podendo afetar à saúde humana,

seja pela exposição direta ao produto ou de forma indireta, através do residual (STEFFEN et al, 2011).

Considerando o efeito residual de muitos herbicidas no solo, deve-se tomar cuidado na sua aplicação e utilização, pois são fatores que podem comprometer a fauna do solo, agindo como poluente e degradação do solo e da água (REIMCH, 2014). Os herbicidas podem causar efeito negativo na fauna do solo, afetando os organismos de forma direta, se forem tóxicos, ou de forma indireta, afetando plantas e o ecossistema edáfico (LINS, 2004). Embora grande parte dos herbicidas não seja aplicada diretamente no solo, eles entram no solo por outros caminhos, como a lixiviação do material em decomposição, escoamento do produto e interceptação direta da calda pela superfície do solo (MANCUSO, 2011).

4.4 FAUNA DO SOLO

O termo fauna do solo remete-se à comunidade de invertebrados que vivem permanentemente no solo ou que passam um ou mais ciclos de vida no solo (ASSAD, 1997). Ela compreende uma diversidade de organismos de tamanhos e estratégias adaptativas distintas, que determinam a maneira que interferem nos processos do solo, conforme Tabela 2 (SILVEIRA, 2016).

A fauna do solo é dividida em micro, meso e macrofauna de acordo com o tamanho corporal dos organismos (SWIFT et al., 1979). A microfauna do solo compreende organismos de diâmetro corporal menor que 0,2 mm, representando essa classe e encontrado em abundância no solo são os nematoides e os protozoários; mesofauna possuem diâmetro de 0,2 a 2,0 mm inseridos organismos como Acari, Collembola, Palpigradi, Protura, Pauropoda, Diplura Enchytraeidae e Symphyla enquanto a macrofauna aborda organismos visíveis a olho nu, maiores que 2 mm, sendo representado por mais de 20 grupos taxonômicos, abrangendo cupins, formigas, minhocas, aranhas, baratas, cigarras, etc (SWIFT et al., 1979; FERREIRA, 2012).

Tabela 2: Função das categorias da Fauna do solo em relação à ciclagem de nutrientes e estruturação do solo.

<i>Categoria</i>	<i>Ciclagem de nutrientes</i>	<i>Estrutura do Solo</i>
Microfauna (4mm - 100mm)	Regulam as populações de bactérias e fungos. Alteram a ciclagem de nutrientes.	Podem afetar a estrutura do solo através de interações com a microflora.
Mesofauna (100mm - 2mm)	Regulam as populações de fungos e da Microfauna. Alteram a ciclagem de nutrientes.	Produzem pelotas fecais. Criam biporos. Promovem a humificação.
Macrofauna (2mm - 20mm)	Fragmentam detritos vegetais. Regulam as populações de fungos e da Microfauna. Estimulam a atividade microbiana. Misturam partículas orgânicas e minerais. Redistribuem a matéria orgânica e microrganismos.	Promovem a humificação. Produzem pelotas fecais.

Fonte: Correia e Oliveira (2000), adaptado de Swift et al, (1979).

Os organismos tem papel importante na identificação da qualidade do solo, pois participam de alguns processos os quais transformam a matéria orgânica, promovem a ciclagem de nutrientes e fazem interação com a maioria das espécies de plantas, especialmente as de importância agrícola, podendo influenciar direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outros organismos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Dentre os organismos relacionados à fauna do solo, a macrofauna melhora a qualidade do solo, desempenhando papel na trituração e na distribuição do material orgânico estimulando o crescimento das plantas. Proporcionam características físicas melhores nesse solo, melhorando a estrutura, removendo-o e cavando-o, bem como a construção de galerias ajudando na penetração de raízes, infiltração de água e à circulação do ar (LOURENTE, 2007).

Os organismos da macrofauna do solo são denominados de: “Engenheiros do ecossistema”, os quais segundo Lavelle et al. (1997) são definidos como os organismos que, direta ou indiretamente, modulam a disponibilidade de recursos para outras espécies por meio de modificações no

estado físico nos materiais bióticos e abióticos, criando e/ou mantendo habitats acessíveis de utilização pelas espécies beneficiadas.

Lourente et al (2007) afirma que a maioria dos integrantes da macrofauna edáfica melhora as propriedades físicas e químicas do solo. Ainda, as galerias construídas e as excreções fecais dos organismos modificam o espaço poroso, exercendo importante papel na aeração e na permeabilidade do solo.

Diversos grupos da macrofauna edáfica podem ser utilizados como biondicadores da qualidade do solo e de diferentes manejos utilizados na agricultura e outros ramos, conforme tabela 3. O trabalho realizado Backes (2017) concluiu que o sistema plantio direto é o que apresenta maior diversidade de táxons, menor dominância e melhor distribuição dos indivíduos comparados aos sistemas de preparo convencional e pousio.

Tabela 3 – Grupos dos organismos encontrados na macrofauna do solo e sua indicação em relação ao uso do solo

<i>GRUPO DE MACROINVERTEBRADOS</i>	<i>TIPO DE INDICAÇÃO</i>
Minhocas (Oligochaeta)	Poluição do solo (pesticidas e metais pesados); compactação; teor de matéria orgânica do solo e condições hídricas do solo.
Aranhas (Arachnida), especialmente das famílias (Hahniidae, Liocranidae, Mysmenidae, Oonopidae e Theridiidae)	Qualidade biológica de um habitat; poluição do solo por metais pesados; evolução e estabilidade de diferentes biótipos e umidade do solo.
Isópodes (Isopoda)	Poluição por metais pesados; presença de pesticidas no solo; simplificação da estrutura do habitat e perturbação mecânica do solo (estrutura do solo).
Coleópteros (Coleoptera), (Carabidae, Staphylinidae)	Fertilizantes (N,P e K) e pesticidas; indicadores do impacto de cultivos; perturbação da estrutura do solo; estrutura da paisagem; indicadores e umidade e poluição por metais pesados.
Diplópodes (Diplopoda)	Umidade do habitat; produtividade vegetal (biomassa) e biodisponibilidade de P2O5.
Cupins (Isoptera)	Indicador de áreas perturbadas (hábito sedentário); sensíveis indicadores da contaminação química e da degradação ambiental (resposta à qualidade de recursos disponíveis).
Formigas (Hymenoptera)	Sistemas de culturas duráveis; modificação da paisagem; exploração industrial e reabilitação do solo; qualidade e integridade do habitat; perturbações (queima) e mudanças no ambiente.

Fonte: FERREIRA J.J. 2012.

Já Balin (2010), através da avaliação em diferentes sistemas de manejo, chegou à conclusão que áreas que possuem maior quantidade de palhada sobre o solo tem melhores resultados de abundância e riqueza, pois possuem melhores condições de desenvolvimento. Segundo Marques (2014), avaliando a macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais verificou maior abundância de organismos

na mata ciliar, evidenciando melhor equilíbrio ecológico em relação às monoculturas do café e eucalipto.

A atividade desses organismos e suas especificidades se torna essencial para manter a sustentabilidade dos ecossistemas, naturais ou manejados (CATANOZI, 2010). Porém, algumas práticas agrícolas como manejo do solo, adubação, queimadas e principalmente utilização de agrotóxicos, podem afetar diretamente a macrofauna edáfica, promovendo modificação na abundância e diversidade da comunidade (MARQUES, 2014).

Neste sentido, destacam-se ainda os trabalhos avaliando a macrofauna em áreas de reflorestamento (GARCIA; CATANOZI, 2011), sistemas de produção de grãos (SANTOS et al, 2016), sistemas agrosilvipastoris (SILVEIRA et al, 2016), sistema de plantio direto (BALIN, 2010), diferentes coberturas vegetais (MARQUES, 2014) e uso de fertilizantes orgânicos de diferentes origens (TESSARO et al, 2013). Estes estudos demonstraram o potencial responsivo da fauna edáfica e, portando, a importância de estudar os efeitos dos herbicidas sobre estes organismos.

Considerando a necessidade de se pensar o cuidado do ecossistema do solo, muitas pesquisas que avaliam o efeito dos herbicidas no ambiente vêm sendo desenvolvidas. Baseado nisso, Aranha (2013), testou dois herbicidas amplamente comercializados, Gli-Up 480 SL e Imazetapir Plus Nortox, mostrando que a exposição do *Colossoma macropomum* (Tambaqui) a maiores concentrações de Imazetapir poderiam comprometer a estabilidade dos organismos afetados em seu habitat natural.

Em estudo semelhante, Lins (2004) chegou à conclusão que o herbicida atrazina e nicosulfuron afetam de forma menos expressiva a população de Collembola, comparativamente aos outros tratamentos com glifosate e 2,4D, porém após período de 40 dias da degradação de todos os produtos o nível deles encontra-se igual nesse solo. Por outro lado, Scoriza et al (2015) concluíram que o herbicida mesotrione possui potencial de reduzir a riqueza de grupos da mesofauna, devendo evitar seu uso em áreas de restauração florestal.

Deve ser ressaltado que os efeitos sobre a fauna do solo variam conforme a dosagem aplicada do herbicida, persistência do mesmo, número de pulverizações, efeito/seletividade sobre a vegetação e condições climáticas, já que as plantas daninhas vão responder a diferentes variações ambientais e a ação dos herbicidas também poderá estar sujeita as influencias desses fatores (RIBOLDI et al, 2013).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos – PR (25°44' S, 53°03' W e altitude 546m). O clima da região pela classificação de Köppen é o Cfa, subtropical-úmido com verão quente, sem estação seca definida e temperatura do mês mais quente superior a 22° C (ALVARES et al, 2013). Os solos predominantemente classificam-se como latossolos e nitossolos, apresentando solos profundos, com boa aeração e permeabilidade (SANTOS et al, 2013). A área de implantação do experimento continha residual de palhada de milho, contudo, não sendo, um fator de supressão das plantas daninhas pela baixa presença (Figura 1).



Figura 1 - Foto da área experimental, previamente a instalação do experimento.

Fonte: Autora, 2018.

5.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

A área de estudo foi demarcada com estacas e faixas refletidas em 3 blocos experimentais, divididos em 4 parcelas sendo que estas medindo aproximadamente 40m² cada uma.



Figura 2 – A (Croqui ilustrativo contendo 3 blocos divididos em 4 parcelas) e B divisão a campo com as faixas refletidas.

Fonte: Autora, 2018.

A semeadura do milho (*Zea mays*) AG 3700 RR2, foi realizado no dia 02 de fevereiro de 2018 pelo período da manhã, apresentando clima predominantemente ameno. As sementes utilizadas foram compradas em agropecuária na cidade de Dois Vizinhos, as quais já eram tratadas (fungicidas).

A semeadura foi realizado com semeadora a uma velocidade de 4 km/h deixando uma profundidade de semeadura de 4 cm e espaçamento de 0,50m entre fileiras, proporcionando um estande de 75000 plantas/hectares. Não foi realizado nenhum manejo de produção, além da aplicação de herbicidas, portanto, não foi feita a aplicação de adubagem, inseticida, fungicida ou qualquer outro tipo de nutriente necessário. Não havendo nenhum trato cultural, seja capina ou enxada.



Figura 3 – Momento da sementeira com as plantas já tratadas.

Fonte: Autora, 2018.

Conforme explicação anterior, a área foi dividida em 4 parcelas e, cada parcela recebeu a aplicação de um herbicida, sendo distribuídos aleatoriamente, caracterizando um experimento em blocos inteiramente casualizados. A escolha dos herbicidas aplicados foi em razão daqueles mais utilizados pelos produtores e profissionais.

Área A – Herbicida de princípio ativo mesotriona para controle de plantas daninhas de folha larga;

Área B - Herbicida de princípio ativo nicosulfuron para controle de amplo aspecto (folha larga e estreita);

Área C – Herbicida de principio ativo triazina para controle de amplo aspecto;

Área D - Testemunha, não sendo aplicado nenhum tipo de herbicida e nem feito outro manejo seja cultural ou mecânico, ocorrendo à competição do milho com as plantas daninhas.

Todos os herbicidas foram aplicados no mesmo estágio de desenvolvimento do milho, V3, quando o mesmo encontrava-se na fase inferior da formação do cartucho, como mostrado na Figura 4.

A aplicação dos herbicidas ocorreu em etapa única em 22 de fevereiro de 2018, 15 dias após a semeadura. Para a aplicação foi utilizado equipamento costal, que consistia em uma barra acoplada e esta com 4 bicos de pulverização (Figura 4). Não foi utilizado o manejo mecanizado, pois a área era pequena, o que poderia ocasionar elevada compactação e interferência de uma parcela na outra. Sendo assim, optou-se pela pulverização, com a aplicação feita no final do dia, havendo pouca presença de vento.



Figura 4 - Aplicação dos herbicidas utilizando a costal com uma barra acoplada, quando o milho apresentava-se na fase v3.

Fonte: Autora, 2018.

5.3 COLETA E ANÁLISE DA FAUNA EPIEDÁFICA

Para a coleta da fauna epiedáfica foram utilizadas armadilhas do tipo *Pitfall traps*, consistindo em frascos plásticos com volume de 250 ml, preenchidos em 2/3 do seu volume com solução formol 4%, responsável por matar e conservar os animais capturados (Figura 5) (MOLDENKE, 1994).

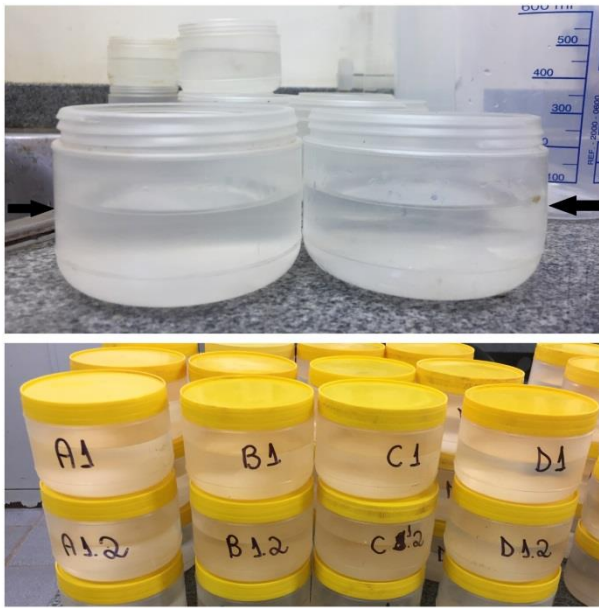


Figura 5 – Frascos plásticos utilizados como armadilhas *Pitfall* identificados contendo solução conservante.

Fonte: Autora, 2018.

As armadilhas foram instaladas com a extremidade vazada nivelada com a superfície do solo, tomando-se o cuidado de evitar entrada de terra, folhas ou gravetos, que comprometessem as amostras ou criassem caminhos preferenciais para os organismos, impedindo sua captura, ou dificultando a triagem das amostras (SILVA; AMARAL, 2013). Em cada armadilha foi utilizado um prato plástico com duas estacas finas de palito para evitar a entrada da água da chuva e minimizar os efeitos da ação solar, resultando em perdas de armadilhas por conta do excesso de água ou evaporação da solução conservante dos frascos (Figura 6).



Figura 6 – Armadilha *Pitfall trap* à campo

Fonte: Autora, 2018.

Foram instaladas 3 armadilhas em cada parcela, totalizando 9 armadilhas por tratamento, permanecendo em campo por 7 dias, sendo então removidas e substituídas por uma nova bateria de armadilhas no mesmo dia. A primeira bateria foi instalada em 27 de fevereiro de 2018, uma semana após a aplicação dos herbicidas, e a cada semana removidas e uma nova bateria instalada, até completar 5 semanas, conforme descrição abaixo.

Tabela 4 – Data de instalação de cada uma das baterias de armadilhas.

1° Bateria	27/fev
2° Bateria	06/mar
3° Bateria	13/mar
4° Bateria	20/mar
5° Bateria	27/mar

Fonte: Autora, 2018.

A cada coleta, as armadilhas foram removidas e transferidas ao laboratório de Geologia, Pedologia e Paleontologia da UTFPR – Câmpus DV, onde seu conteúdo foi vertido em peneira de malha fina para lavagem e remoção da solução

de formol. Em seguida, o conteúdo de cada armadilha, era condicionado individualmente em frascos identificados contendo solução conservante de álcool 70% (Figura 7).



Figura 7 – Frascos contendo organismos amostrados conservados em álcool 70%.

Fonte: Autora, 2018.

Os organismos amostrados foram classificados ao nível taxonômico de ordem, com auxílio de microscópio estereoscópico e chaves dicotômicas de classificação, conforme figura 8 (FUJIHARA et al, 2011)



Figura 8 – Processo de separação e classificação dos organismos amostrados ao menor nível taxonômico possível.

Fonte: Autora, 2018.

5.4 ANALISE DOS DADOS

Buscando verificar diferenças significativas em relação à riqueza e abundância dos organismos epiedáficos em relação aos diferentes tratamentos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software Rbio (BHERING, 2017). Sendo analisados dois fatores, em que F1 é a diferença dos tratamentos em cada uma das semanas e F2 se refere ao efeito dos herbicidas ao longo das semanas.

Os organismos coletados foram analisados quantitativa e qualitativamente, pelo cálculo da abundância (N), riqueza (S), diversidade de Shannon (H), equitabilidade de Pielou (e) e dominância de Simpson (S), utilizando o software livre Past.

Os dados foram ainda analisados pelo software PCORD 6.0 pela análise de componentes principais (PCA), tendo por objetivo a melhor visualização da distribuição dos organismos em relação a sua distribuição ao longo das semanas.

6 RESULTADO

Os dados climáticos do local de estudo durante o desenvolvimento da pesquisa, referentes a temperaturas e precipitação, foram obtidos pelo site Meteoblue e são apresentados na Figura 22.

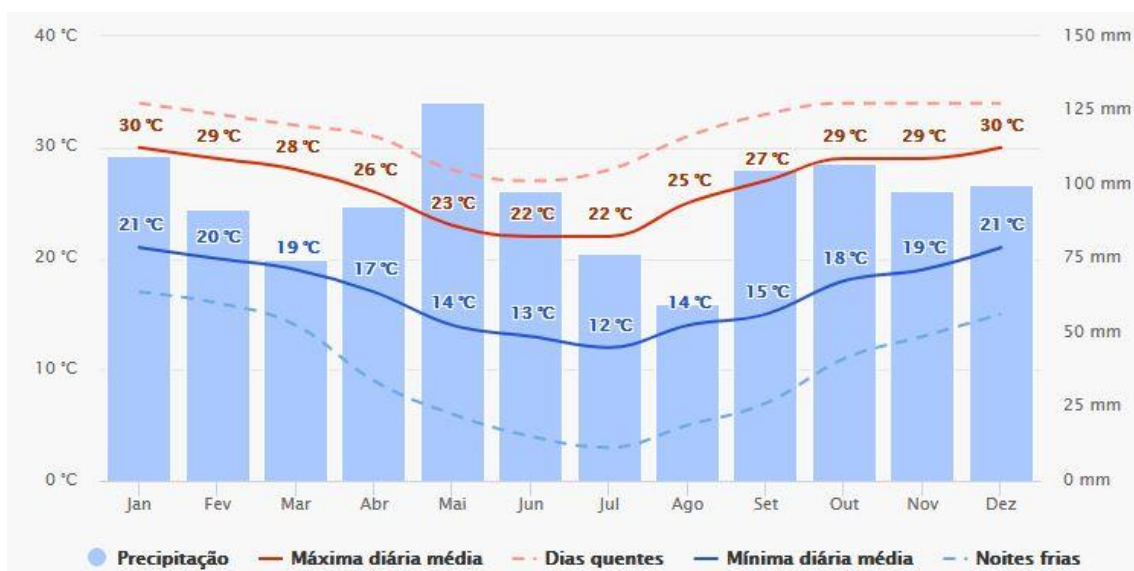


Figura 9 - Dados climatológicos (Temperatura máximo-mínima – precipitação – noites frias/dias quentes) sobre o município de Dois Vizinhos – Paraná.

Fonte: Meteoblue, 2018.

A análise da Figura 9 permite verificar que durante o período de estudo (fevereiro/março/2018) não ocorreram variações significativas nas temperaturas máximas e mínimas. Quanto aos dados pluviométricos, observa-se maior valor de precipitação acumulada para o mês de fevereiro.

Os resultados obtidos quanto à fauna edáfica associada à cultura do milho após a aplicação de herbicidas pós emergentes são apresentados na tabela 5. Para a análise de abundância dos organismos, foram consideradas as somas das repetições em cada um dos tratamentos, indicando os grupos amostrados e a abundância de indivíduos de cada grupo.

Tabela 5 – Abundância de organismos edáficos amostrados em diferentes grupos taxonômicos mediante a aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura do milho em 5 períodos após a aplicação.

	Triazina (T1)	Mesotriona (T2)	Nicosulfuron (T3)	Testemunha (T4)
Semana 1				
ORDEM				
Hymenoptera	509	296	111	241
Diptera	111	114	54	99
Hemiptera	12	4	10	21
Pulmonata	67	41	28	72
Acarina	8	4	2	1
Dermaptera	23	21	8	9
Thysanoptera	1	0	0	0
Diplópode	2	2	1	3
Arachnidea	3	6	3	2
Collembola	0	0	0	2
Coleoptera	39	38	14	29
Orthoptera	9	16	5	3
TOTAL	784	542	236	482
Semana 2				
ORDEM				
Hymenoptera	297	306	281	381
Diptera	63	78	123	275
Hemiptera	5	3	5	5
Oligoqueta	0	0	0	1
Pulmonata	2	2	4	3
Acarina	3	0	1	1
Dermaptera	11	2	5	4
Diplópode	6	4	9	4
Arachnidea	9	11	8	11
Coleoptera	15	28	17	30
Orthoptera	11	2	4	14
TOTAL	422	436	457	729
Semana 3				
ORDEM				
Hymenoptera	483	384	352	612
Diptera	139	112	69	201
Hemiptera	9	9	4	13
Oligoqueta	1	0	0	0
Pulmonata	8	12	17	5
Acarina	2	4	1	2
Dermaptera	14	10	3	3
Diplópode	6	5	3	5

Arachnidea	2	3	3	7
Collembola	1	0	0	0
Coleoptera	51	45	62	81
Orthoptera	3	4	5	1
Lepidoptera	2	0	1	0
Blattodea	2	0	0	0
TOTAL	723	588	520	930

Semana 4

ORDEM

Hymenoptera	107	111	114	168
Diptera	7	2	1	7
Hemiptera	1	3	3	3
Oligoqueta	1	0	0	1
Pulmonata	5	5	4	3
Acarina	5	10	0	3
Dermaptera	3	2	7	8
Diplópode	2	2	2	1
Arachnidea	0	3	7	3
Collembola	0	0	1	0
Coleoptera	15	17	19	26
Orthoptera	0	1	1	2
TOTAL	146	156	159	225

Semana 5

ORDEM

Hymenoptera	63	31	66	67
Diptera	1	5	3	6
Hemiptera	4	3	7	4
Oligoqueta	2	1	0	0
Pulmonata	7	10	1	14
Acarina	1	1	4	1
Dermaptera	1	2	2	2
Diplópode	2	4	3	5
Arachnidea	1	0	3	0
Coleoptera	24	28	34	26
Orthoptera	0	0	1	1
TOTAL	106	85	124	126

Fonte: Autora, 2018.

Verifica-se que foram amostrados entre os diferentes tratamentos 11 grupos taxonômicos, destacando-se a elevada ocorrência de indivíduos da ordem Hymenoptera, predominantemente formigas, em todos os tratamentos e em todas as semanas. A elevada ocorrência do grupo pode ser explicada, pois as formigas ocupam quase todos os nichos disponíveis no ambiente terrestre e nidificam desde a

copa das árvores a alguns metros de profundidade do solo, apresentando elevada abundância, diversidade e dominância ecológica (OLIVEIRA, 2016). Contudo, verifica-se que ao longo das semanas, houve redução progressiva na densidade dos indivíduos frente a aplicação dos herbicidas, enquanto que a testemunha teve um aumento da sua densidade.

Vale destacar a grande ocorrência de indivíduos da ordem Diptera na primeira e segunda semana, seguida de redução significativa de seus representantes ao longo da quarta e quinta semana, a exemplo do ocorrido com a ordem Hymenoptera. Tal resultado pode encontrar respaldo no fato de que as moscas, representantes desse grupo, apresentam rápida resposta populacional às interferências humanas nos ambientes e sensibilidade ambiental, aliada à rapidez de resposta em termos populacionais às modificações antrópicas (DIAS, 2012). Tendo em vista esta potencialidade, é possível sugerir que haja ação tardia/residual dos herbicidas sobre a densidade de indivíduos deste grupo.

A análise de variância ANOVA, realizada pelo programa Rbio (Tabela 6), não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$), em relação aos diferentes tratamentos (fator F1). Diante disso, é possível afirmar que os diferentes herbicidas pós-emergentes testados não promoveram mudanças relevantes na comunidade da fauna do solo em cada semana, atuando de forma similar sobre estes organismos.

Tabela 6 – Análise de variância ANOVA, representando F1 (diferença entre os tratamentos) e F2 (média dos tratamentos com o passar do tempo).

	FC	CV
F1	0.26322	65.54%
F2	0.00017	77.39%

Fonte: Autora, 2018.

As diferenças reportadas na densidade de indivíduos em cada grupo frente aos diferentes herbicidas não foram suficientes para refletir sobre a densidade total dos organismos. Estes resultados são contrários aos reportados por Lins et al (2007), os quais relatam modificações na abundância de colêmbolos em estudo utilizando herbicidas glifosato, atrazina, 2,4-D e nicosulfuron após 10, 20, 30 e 40

dias após a aplicação dos herbicidas, sendo atribuído ao herbicida atrazina os maiores efeitos de redução na população destes organismos. Contudo, em estudo desenvolvido por Cantori et al (2013) em cultivo de cana-de-açúcar utilizando os herbicidas Tebuthiuron, Diuron + Hexazinone, Clomazone, Imazapic, Sulfentrazone e testemunha pelo método *Pitfall* com amostragens aos 0, 8, 16 e 31 dias após a aplicação dos herbicidas, verificaram que estes não causam impacto sobre a população de artrópodes do solo.

Contudo, para o fator F2, o qual se refere ao efeito dos herbicidas ao longo das semanas, verifica-se que o valor de F é menor que 0,05, logo, significativo ao nível de 5% de significância. Sendo assim, procedeu-se o teste de comparação de médias, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, cujos resultados são apresentados na tabela 6, onde se verifica a relação do efeito total dos tratamentos ao longo das semanas.

Tabela 7 – Dados analisados pelo teste de Tukey, verificando o efeito global dos tratamentos ao longo das semanas de desenvolvimento do estudo.

Tratamentos	Semanas	Média
A	3	230.5
AB	2	170.25
AB	1	157.17
BC	4	57.33
C	5	36.75

Fonte: Scot knott, 2018.

Verifica-se que a maior média de organismos amostrados ocorreu na semana 3 (230,5), a qual não diferiu estatisticamente das semanas 1 (157,17) e 2 (170,25), as quais também não diferiram estatisticamente entre si. A menor média de organismos é verificada na semana 5 (36,75), a qual não diferiu estatisticamente da semana 4 (57,33), porém difere das semanas 1, 2 e 3.

Estes resultados podem estar relacionados ao fato de que houve precipitação elevada na semana 1 e 2, levando a perda de algumas armadilhas por extravasamento de seu conteúdo. Contudo, este resultado também pode ser explicado segundo o exposto por Castro Junior (2001), o qual verificou resposta da fauna em virtude de eventos chuvosos em fevereiro de 1988. Segundo ele, o

elevado input de chuva durante o período forçou a migração da fauna para horizontes inferiores do solo.

Porém na terceira semana foram observados menores índices pluviométricos favorecendo a movimentação da fauna na superfície do solo permitindo sua captura pelo método empregado. Sendo assim, na terceira semana foram observados fatores favoráveis à ocorrência da fauna na superfície, como umidade do solo e temperatura favorável ao desenvolvimento dos organismos, conforme verificado na figura 22.

Silva (2012), relata em seu estudo avaliando a fauna de solo em sistemas de manejo de café que locais com umidade de solo alta contribui para que ocorra aumento na riqueza de grupo, resultando em um aumento de biodiversidade e assim uma melhor funcionalidade dos agroecossistemas.

Com base nos dados expostos na Tabela 6, observa-se que houve decréscimo na densidade de organismos a partir da 4ª semana de aplicação dos herbicidas pós emergentes indicando possível efeito residual dos herbicidas sobre a população da fauna edáfica, conforme relatado por alguns autores. Segundo eles há efeitos negativos do uso de herbicidas sobre a estruturação da comunidade de invertebrados do solo, como comprovado em estudos sobre colembolas (HAQUE et al, 2011), minhocas (GARCÍA-PEREZ et al, 2014) e diversos outros grupos de organismos (CROUZET et al, 2010; CAMELO et al, 2011; KARPOUZAS et al 2014; DARINE et al, 2015).

Contudo, autores como Gupta (1994), alegam que a aplicação de herbicidas pode desencadear efeitos indiretos sobre a fauna edáfica, os quais segundo Gun & Cherret (1993) e Pollierer et al. (2007), provocam a eliminação de plantas daninhas, reduzindo o aporte de material vegetal e a própria rizosfera do solo, promovendo a redução na quantidade de nichos disponíveis e de alimento para a fauna, ocasionando a morte de muitos organismos do solo. O mesmo é exposto por Perrando (2008), o qual não observou evidências que demonstrassem a alteração da fauna epiedáfica pela aplicação de herbicidas em cultivo de Acácia Negra.

Estudo realizado por Huziwara (2011), em cultivo de cana de açúcar concluiu que o herbicida Bicyclopyrone aplicado sozinho é capaz de promover a inibição da comunidade da fauna do solo. Outros autores como Fernandes et al. (2000), também relatam efeitos negativos, chegando à conclusão que os herbicidas utilizados, independente do tipo de produto, exerceram influencia negativa até 30 dias após a aplicação sobre guildas de formigas. Segundo estes autores, o efeito dos herbicidas exerce inicialmente efeito drástico nas populações de formigas, as quais são pressionadas negativamente neste período em virtude da ausente ou reduzida cobertura vegetal, ficando expostas à radiação solar, dificultando a movimentação e o número de indivíduos à procura de alimento, sendo estes fatores determinantes na redução da movimentação das formigas sobre o solo.

Na tabela 8, é apresentada a análise dos dados pelos índices de diversidade, sendo possível verificar algumas diferenças entre os tratamentos.

Tabela 8 – Abundância, riqueza total e índices de diversidade de Shannon e Pielou para organismos da fauna edáfica após aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura do milho.

Herbicida	Indivíduos	Riqueza Total	Shannon	Pielou
Coleta 1 (7 dias após a aplicação)				
Mesotriona	784	11	1.22	0.51
Nicosulfuron	542	10	1.41	0.61
Triazina	236	10	1.56	0.68
Testemunha	482	11	1.46	0.61
Coleta 2 (14 dias após a aplicação)				
Mesotriona	422	10	1.1	0.47
Nicosulfuron	436	9	0.98	0.44
Triazina	457	10	1.12	0.48
Testemunha	729	11	1.11	0.46
Coleta 3 (21 dias após a aplicação)				
Mesotriona	723	14	1.1	0.42
Nicosulfuron	588	10	1.14	0.49
Triazina	520	11	1.09	0.46
Testemunha	930	10	1.01	0.44
Coleta 4 (28 dias após a aplicação)				
Mesotriona	146	9	1.04	0.48
Nicosulfuron	156	10	1.12	0.49
Triazina	159	10	1.08	0.47
Testemunha	225	11	1.01	0.42
Coleta 5 (35 dias após a aplicação)				

Mesotriona	106	10	1.27	0.55
Nicosulfuron	85	9	1.61	0.73
Triazina	124	10	1.38	0.6
Testemunha	126	9	1.43	0.65

Fonte: Autora, 2018.

Considerando o índice de Pielou, verifica-se que este variou entre 0,42 e 0,68 sendo demonstrativo de que há dominância de grupos em todas as coletas, tendo em vista a reduzida homogeneidade da comunidade de organismos edáficos amostrados.

Em relação à primeira coleta, observa-se que entre os herbicidas pós-emergentes testados, o que apresentou maior potencial de redução da comunidade de organismos da macrofauna foi a Atrazina, resultando em 236 organismos, enquanto a maior abundância encontra-se associada ao herbicida Callisto, com 784 indivíduos, cuja densidade é superior àquela reportada para o tratamento testemunha com 482 indivíduos.

Contudo, apesar de maior abundância associada ao tratamento com Callisto, verifica-se que o índice de Shannon, o qual representa a diversidade foi o menor (1,22) entre todos os tratamentos, enquanto que a Atrazina, apresentou o maior valor para o índice (1,56), indicando que a abundância de organismos não reflete a diversidade associada. Corroborando com o exposto, verifica-se que o tratamento com herbicida Callisto apresentou menor valor para o índice de Pielou (0,51) indicando menor homogeneidade na distribuição de organismos. Tal resultado é justificado pela elevada abundância de indivíduos pertencentes à ordem Hymenoptera, neste tratamento, representada quase que em sua totalidade por formigas, as quais são responsáveis, por participarem na estruturação do solo, afetando propriedades físicas desses e disponibilidade de recursos para outros organismos (SUGUITURU, 2013).

Vale ressaltar que a presença abundante da ordem Hymenoptera, reflete um ambiente mais complexo, com alto potencial de ocupação de diferentes nichos, inclusive ambientes antropizados (ROCHA, 2015), exercendo diversas funções ecológicas (BATTIROLA, 2005).

Neste mesmo sentido, verifica-se que para o tratamento com Atrazina, o qual apresentou maior índice de Shannon, também apresenta maior valor no índice de Pielou (0,68), indicando maior homogeneidade na distribuição de organismos. Tendo em vista este princípio, Moreno (2001), destaca a importância do uso dos índices de diversidade para a análise de ecossistemas tanto naturais quanto alterados, com a intenção de se encontrar padrões que sejam capazes de oferecer estimativas confiáveis de diversidade biológica que ultrapassem simples valores de abundância.

Na segunda coleta realizada 14 dias após a aplicação dos herbicidas, verifica-se que a maior densidade de organismos está associada ao tratamento Testemunha com 729 organismos, enquanto a menor abundância encontra-se associada ao tratamento com herbicida Callisto, com 422 organismos. Em relação aos índices, observa-se que a maior diversidade de Shannon está associada ao tratamento com Atrazina (1,12), observando-se ainda neste tratamento maior índice de Pielou (0,48), enquanto a menor homogeneidade encontra-se associada ao tratamento com Sanson (0,44). Para Nunes (2009), resultados de baixa homogeneidade e alta dominância são comuns em situações de elevada densidade de indivíduos, aumentando as chances de haver um grupo predominante, reduzindo a distribuição do número de organismos entre os diferentes grupos.

Na terceira coleta, observa-se o aumento na abundância de indivíduos em todos os tratamentos. A parcela testemunha ainda representa a mais abundante com 930 organismos amostrados, enquanto o tratamento com herbicida Atrazina apresentou a menor abundância com 520 indivíduos. A testemunha apresentou o menor índice de diversidade (1,01), sendo o maior valor associado aos tratamentos com Sanson (1,14) e Calisto (1,1), estando ainda, a maior homogeneidade associada ao Sanson (0,49). Vale ressaltar que pela proximidade das parcelas, é possível que a Testemunha também tenha sido influenciada pelo efeito dos herbicidas.

Os resultados da quarta coleta por sua vez, indicam redução na abundância de indivíduos em todos os tratamentos avaliados, porém a parcela testemunha continuou sendo a mais representativa. Em relação ao índice de Shannon, observa-

se valor superior associado ao tratamento com o herbicida Sanson (1,12), enquanto o tratamento testemunha apresentou o menor valor, a qual se encontra também associada a menor homogeneidade de distribuição (0,42).

Na quinta semana após a aplicação dos herbicidas, verifica-se que a redução na população dos organismos é potencializada em todos os tratamentos, sendo a Testemunha a mais abundante, com 126 organismos e o herbicida Sanson, com menor número (85). Em relação aos índices, verifica-se maior diversidade associada ao tratamento com Sanson (1,61) o qual também apresenta maior valor para o índice de Pielou (0,73), sendo a maior homogeneidade encontrada ao longo das semanas. Por outro lado o tratamento com herbicida Callisto apresentou a menor diversidade de organismos (1,27), e a menor homogeneidade de distribuição em relação aos demais tratamentos (0,55).

Diante do exposto, fica evidente ao longo das semanas que todos os tratamentos vinculados a herbicidas, a exceção da primeira semana promoveram redução na abundância de organismos pertencentes à fauna do solo. No entanto, corroborando com Perrando (2008), este fato não reflete a diversidade encontrada nos tratamentos e o grau de complexidade e interações existentes na comunidade. Estes aspectos representados pelo índice de Shannon e riqueza de grupos taxonômicos, em comparação ao tratamento testemunha, indicam reduzida influência dos diferentes herbicidas.

Embora a ação dos herbicidas seja potencialmente possível, alguns autores, como Fragoso (2017), destacam que a redução na densidade pode estar associada à simplificação do habitat, pela retirada da cobertura viva proporcionada pelas ervas daninhas, e não propriamente resultado da intoxicação da fauna. Já que a quantidade de seres vivos que pode haver em um solo também é determinada pela quantidade de alimento existente no local (GIRACCA et al, 2003).

Em relação à análise de componentes principais (ACP), são apresentados abaixo os gráficos de distribuição dos organismos ao longo das 5 semanas de estudo. Em relação à semana 1 (Figura 23), observa-se que a análise de componentes explicou 84,65% da variabilidade total, sendo que a CP1 explicou 48,91% e a CP2, 35,74%.

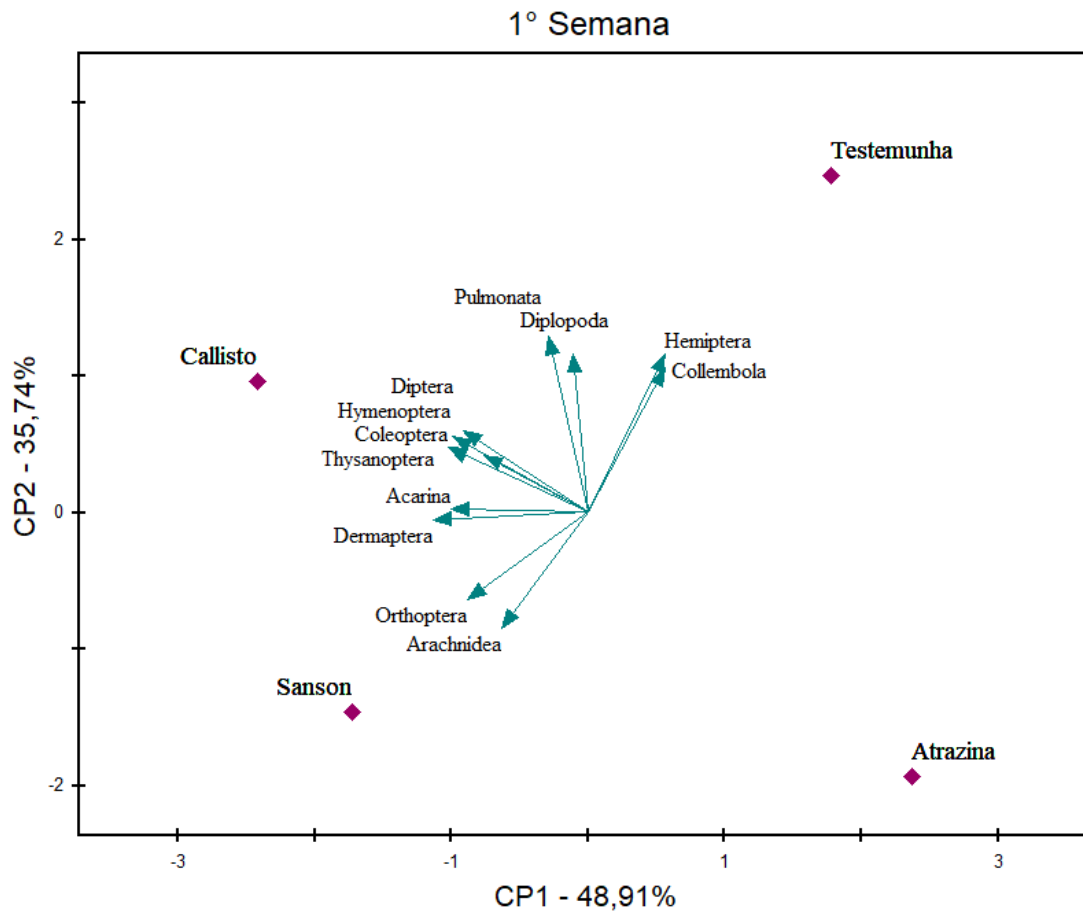


Figura 10 – Relação entre a componente principal 1 (CP1) e a componente principal 2 (CP2), discriminando os tratamentos com diferentes herbicidas pós emergentes após a primeira semana de aplicação. Dois Vizinhos– PR, 2018.

Fonte: Autora, 2018.

Com relação à distribuição dos organismos, verifica-se que os grupos mais associados ao herbicida Callisto são Hymenoptera, Coleoptera e Diptera, os quais apresentaram elevada abundância neste tratamento. Para o herbicida Sanson estão associados os grupos Orthoptera e Arachnidea, enquanto para a Testemunha, os grupos são Hemiptera e Collembola. Não foram observados grupos associados ao herbicida Atrazina.

Para a segunda semana, observa-se que a ACP explicou 80,27% da variabilidade dos dados, sendo que a CP1 explicou 48,56% da variabilidade e a CP2, 31,71%.

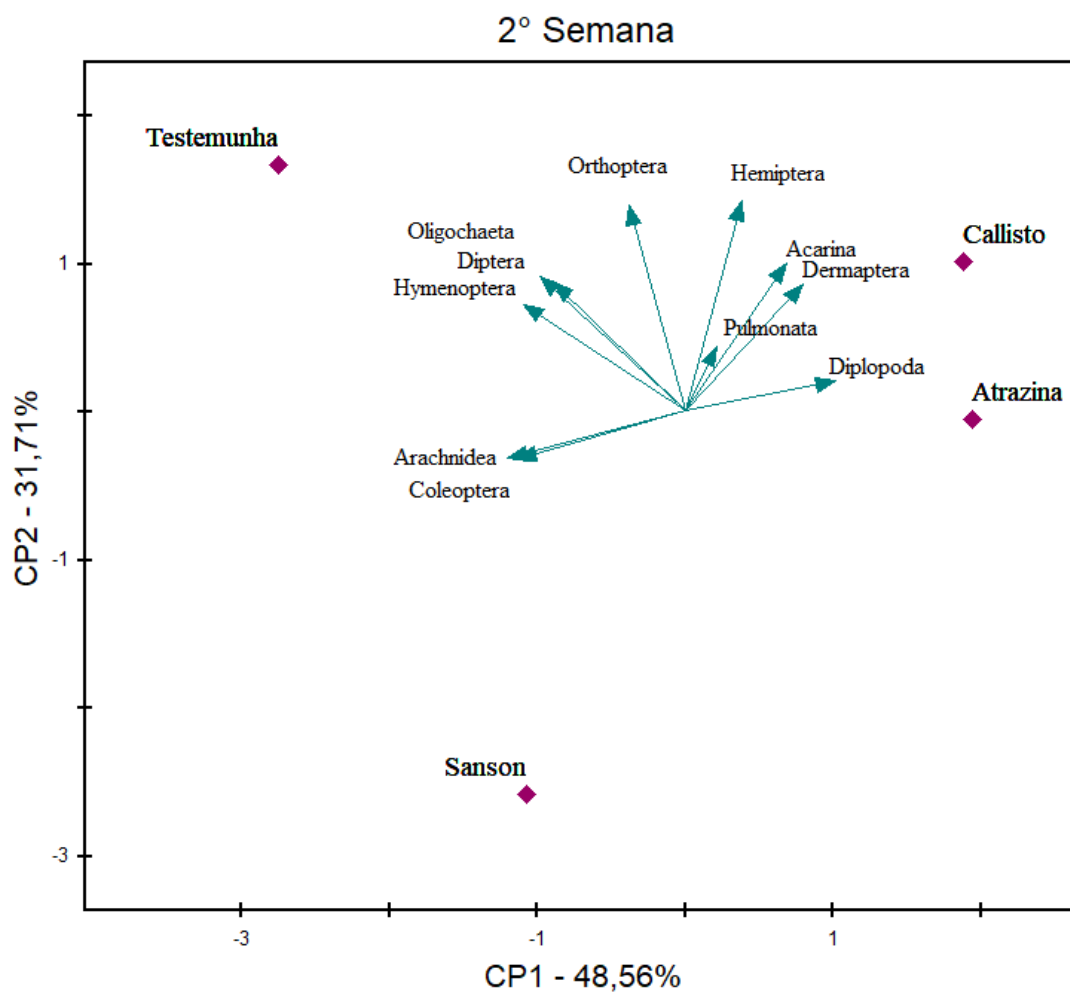


Figura 11 – Relação entre a componente principal 1 (CP1) e a componente principal 2 (CP2), discriminando os tratamentos com diferentes herbicidas pós emergentes após a segunda semana de aplicação. Dois Vizinhos– PR, 2018.

Fonte: Autora, 2018.

Os grupos fortemente associados ao herbicida Callisto foram Acarina e Dermaptera, para Atrazina o grupo Diplopoda, enquanto o tratamento Testemunha encontra-se associado aos grupos Oligochaeta, Diptera e Hymenoptera. O tratamento Sanson não apresentou relação com nenhum grupo edáfico durante este período.

Na terceira semana, a ACP explicou 84.73% da variabilidade dos dados, estando 44,82% associados a CP1 e, 39,91% a CP2, conforme Figura 25.

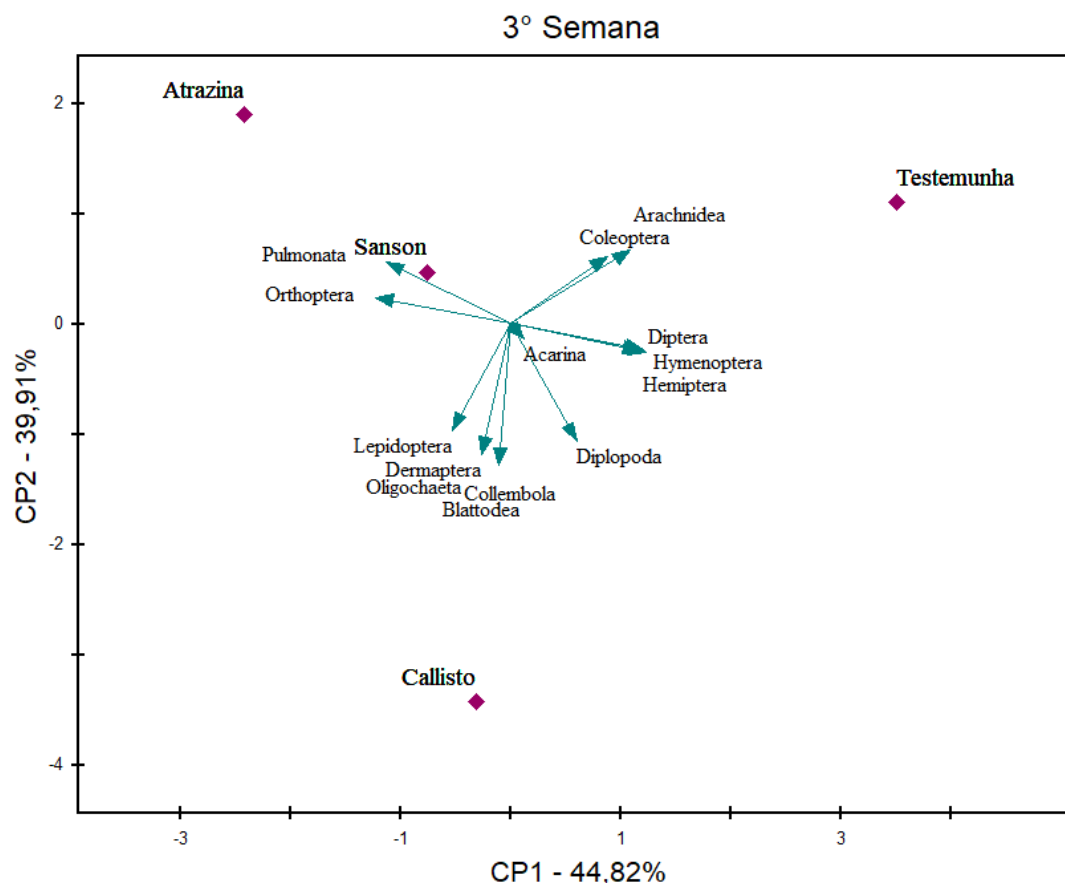


Figura 12 – Relação entre a componente principal 1 (CP1) e a componente principal 2 (CP2), discriminando os tratamentos com diferentes herbicidas pós emergentes após a terceira semana de aplicação. Dois Vizinhos- PR, 2018.

Fonte: Autora, 2018.

Verifica-se que os grupos correlacionados ao tratamento Callisto são Lepidoptera, Dermaptera, Oligochaeta, Collembola, e Blattodea. O tratamento com Sanson e Atrazina apresenta-se correlacionado a Pulmonata e Orthoptera, embora essa correlação seja mais expressiva no tratamento com Sanson, enquanto a Testemunha encontra-se correlacionada com Arachnidea e Coleoptera.

Analisando a quarta semana, verifica-se que ACP explicou 85,83% da variabilidade dos dados, sendo 51,49% explicado pela CP1 e 34,34% pela CP2.

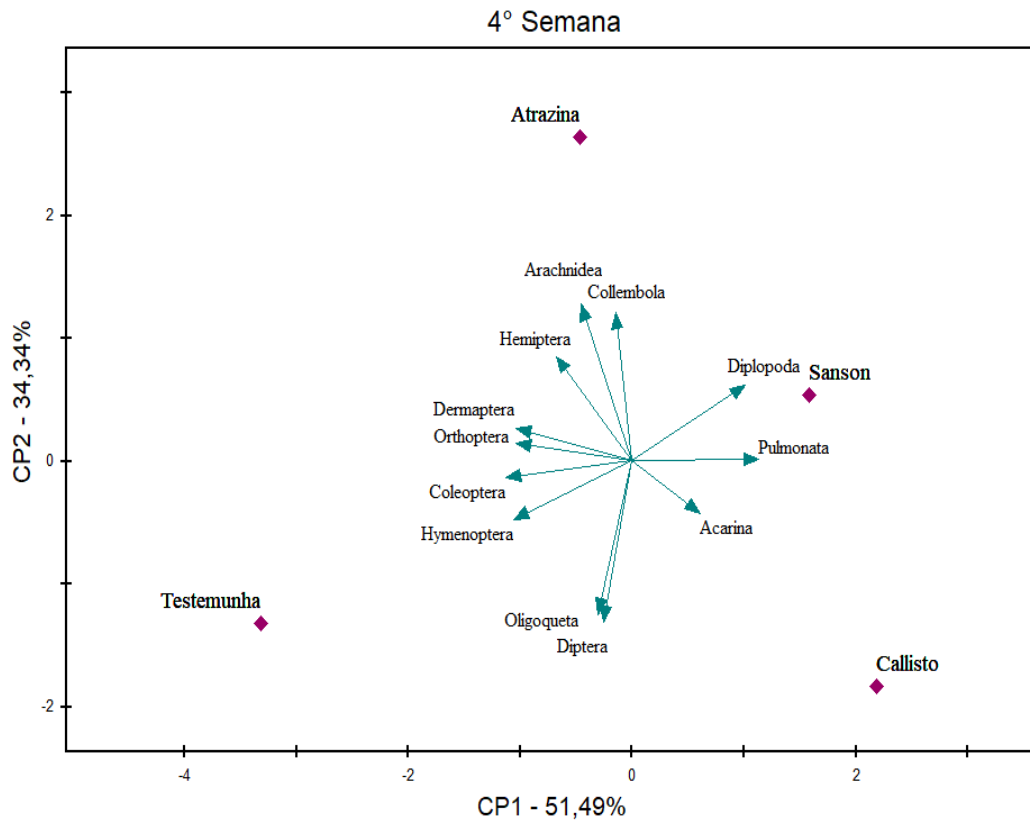


Figura 13 – Relação entre a componente principal 1 (CP1) e a componente principal 2 (CP2), discriminando os tratamentos com diferentes herbicidas pós emergentes após a quarta semana de aplicação. Dois Vizinhos– PR, 2018.

Fonte: Autora, 2018.

O grupo associado ao tratamento Callisto foi Acarina, enquanto que para o herbicida Sanson encontram-se correlacionados os grupos Diplopoda e Pulmonata. Para o tratamento com Atrazina observa-se correlação com os grupos Arachnidea e Collembola, enquanto o tratamento Testemunha esteve mais correlacionado a Hymenoptera.

Para a ultima semana de estudo, a ACP 87,49% da variabilidade, da qual 49,64% encontra-se associada a CP1 e 37,85% a CP2 (Figura 27).

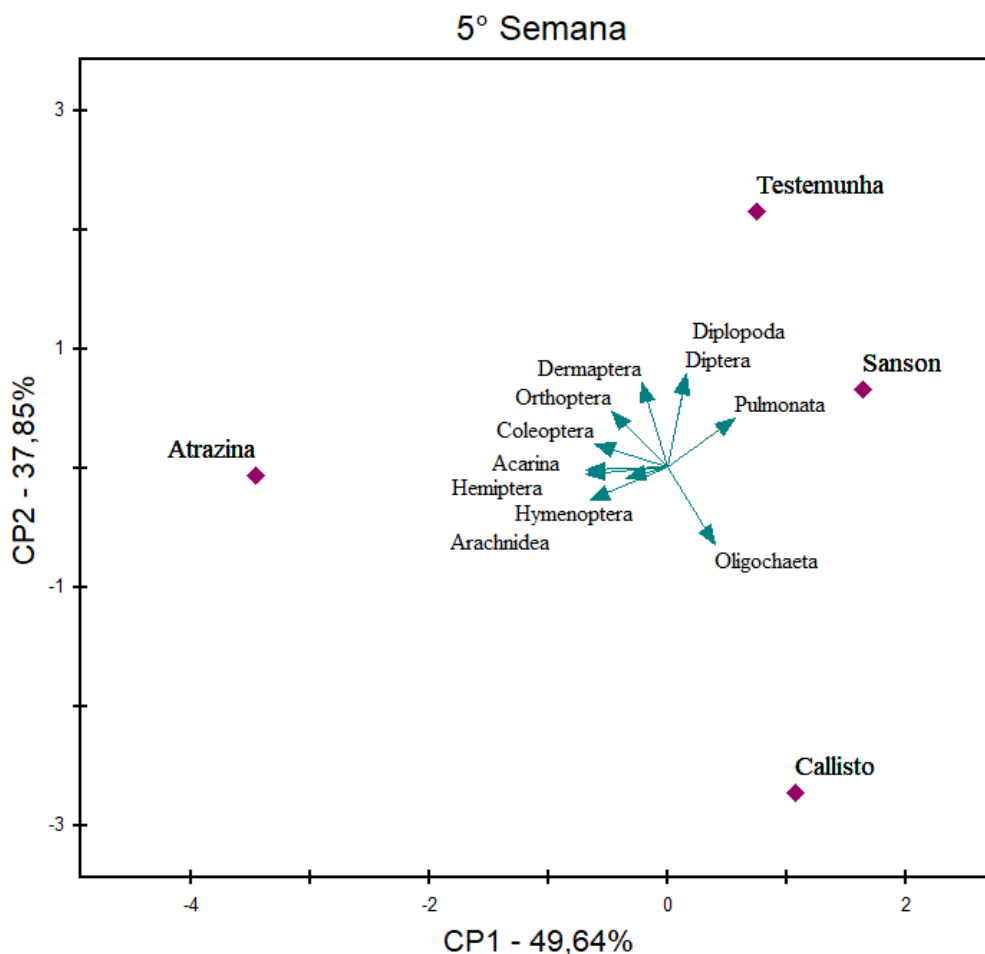


Figura 14 – Relação entre a componente principal 1 (CP1) e a componente principal 2 (CP2), discriminando os tratamentos com diferentes herbicidas pós emergentes após a quinta semana de aplicação. Dois Vizinhos– PR, 2018.

Fonte: Autora, 2018.

Em relação à distribuição dos grupos, observa-se o grupo Oligochaeta associado ao tratamento Callisto, e Pulmonata para o herbicida Sanson. Para o tratamento Testemunha encontram-se correlacionados os grupos Diplopoda e Diptera, enquanto o tratamento Atrazina não apresentou correlação com nenhum grupo edáfico amostrado na quinta semana.

Diante do exposto frente à análise de componentes principais verifica-se que não há um padrão de relação dos herbicidas como os grupos edáficos ao longo das semanas a exceção de Pulmonata com Sanson nas semanas 3, 4 e 5, bem como a reduzida correlação da Atrazina com organismos edáficos, exceto na quarta semana, onde alguns grupos encontram-se a ela correlacionados.

No Gráfico 6, o qual representa a distribuição dos grupos em relação aos tratamentos englobando dados referentes as 5 semanas de estudo, observa-se que a ACP explicou 82,38% da variabilidade dos dados, da qual 46,32% é explicado pela CP1 e 36,06% pela CP2.

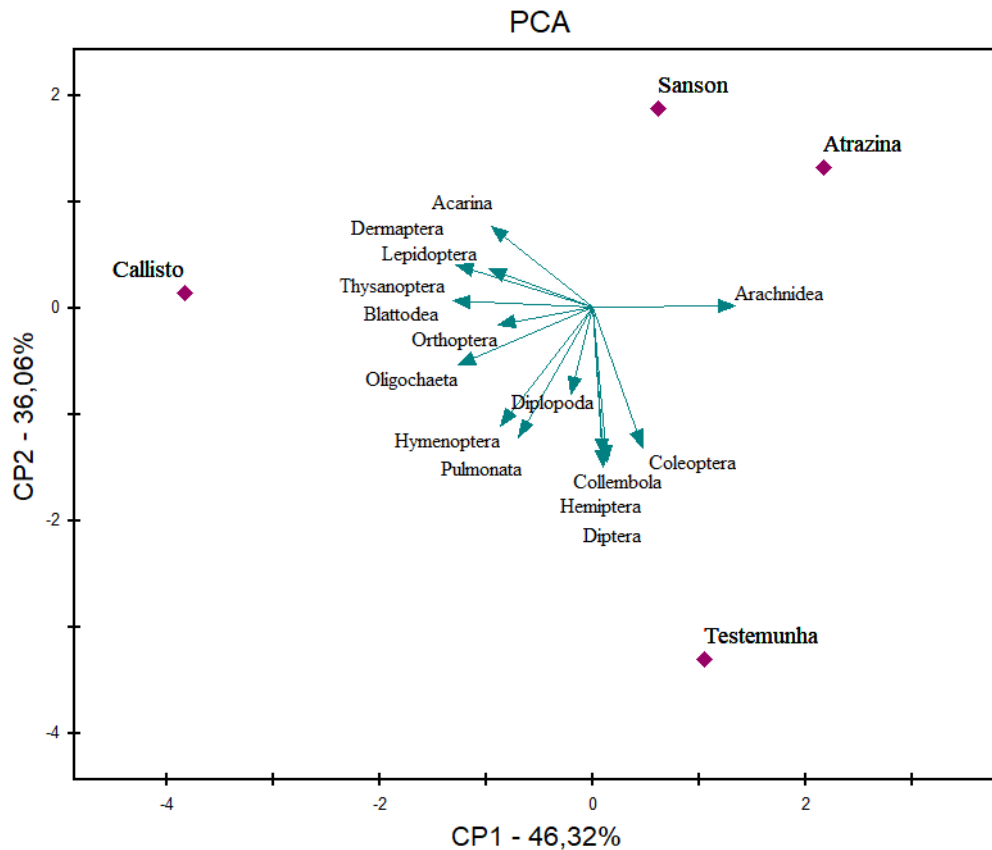


Figura 15 – Distribuição das ordens dos organismos em relação à aplicação dos diferentes tratamentos.

Fonte: Autora, 2018.

Através do gráfico é possível verificar que os tratamentos com os herbicidas Atrazina e Sanson não apresentaram correlação global com nenhum dos grupos edáficos amostrados. Por outro lado, o tratamento Callisto correlaciona-se com os grupos Acarina, Dermaptera, Lepidoptera e Thysanoptera. O tratamento Testemunha, por sua vez, encontra-se associado aos grupos Coleoptera, Collembola, Hemiptera e Diptera.

7 CONCLUSÃO

Nas condições em que foram realizadas esta pesquisa, pode-se concluir que: os representantes da ordem Hymenoptera e Diptera foram os mais frequentes e abundantes, por serem organismos que ocupam a maioria dos nichos ecológicos.

Os diferentes herbicidas pós-emergentes testados não promoveram mudanças relevantes na comunidade da fauna do solo em cada semana, atuando de forma similar sobre estes organismos considerando seus efeitos sobre a diversidade e homogeneidade de distribuição dos organismos.

A densidade total de organismos da fauna epiedáfica foi afetada pelo uso de herbicidas pós-emergentes ao longo das semanas, promovendo redução desses organismos. Tendo em vista o decréscimo na densidade de organismos a partir da 4ª semana de aplicação dos herbicidas pós emergentes, é possível que haja efeito residual dos herbicidas sobre a população da fauna epiedáfica.

Através dos dados estatísticos encontrados neste trabalho a recomendação da escolha entre os diferentes herbicidas pós emergentes aplicados não é distinto. Portanto para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho, pode-se fazer a utilização de qualquer um dos herbicidas estudados já que estes não demonstraram diferença sobre a fauna do solo, entre eles.

Porém com o efeito residual proporcionado pelos mesmo, se vê que tem a necessidade de utilizar manejos preventivos e culturais que diminuam a exigência em aplicação de herbicidas na cultura do milho, para que esses não afetem cada vez mais a fauna do solo.

REFERENCIAS

ABREU, R.R.L et al. **Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuaria Tropical., Goiânia, v.44, n.4, p.409-416, out./dez. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=253032707007>>. Acesso em: 26 de novembro de 2017.

ALVARES, C.A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift.v. 22, p.711-728, 2013.

ARANHA, Rúbia C. **Potencial de toxicidade dos herbicidas glifosato e imazetapir em Colossoma macropomum (Pisces)**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2013.

ARAUJO, A.S.F; MONTEIRO, R.T.R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Revista Biosci. J., Uberlândia, v.23, n.3, p. 66-75, Jul./Set. 2007.

ASSAD, M.L.L (1997) Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M., (Eds) **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. P.363-443.

BACKES, Mateus Augusto. **Diversidade da macrofauna epiedáfica em diferentes usos do solo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira do Sul – Campus Cerro Largo**. 2017. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira do Sul, Cerro Largo, 2017.

BALIN, Nilson M.; et al. **Avaliação da Fauna edáfica em area sob diferentes sistema de manejo do solo**. Dois Vizinhos, 2010.

BATTIROLA, Leandro Dênis et al. **Composição da comunidade de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) em copas de Attalea phalerata Mart. (Arecaceae), no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil**. Revista Brasileira de Entomologia, Mato Grosso, v. 1, n. 49, p.107-117, mar. 2005.

BHERING, L.L. **Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.17: 187-190p, 2017.

CAMELO, Gessimar Nunes et al. **Efeito do sistema de plantio e doses de Nicosulfuron sobre a atividade microbiana do solo**. Planta Daninha, Viçosa-mg, v. 4, n. 29, p.829-835, jun. 2011.

CANTORI, Lucas Vinicius et al. **Impacto de herbicidas na Artropodofauna de superfície de solo em Cana-de-açúcar**. In: WORKSHOP AGROENERGIA, 7., 2013, Ribeirão Preto. Resumo Agroenergia. Ribeirão Preto: Occasio, 2013

CARVALHO, Leonardo B. **Plantas Daninhas**. 1. Ed. Lages – SC: Autor, 2013.

CASTRO JR., E. **O papel da fauna endopedônica na estruturação física dos solos e o seu significado para a hidrologia de superfície**. 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P.J. LÓPEZ-OVEJERO, R. **Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida Glyphosate**. Revista Planta Daninhas, Viçosa-MG, v.21, n.3, p.507-515, 2003.

CORREIA, Maria E.F; OLIVEIRA, Luís C.M. **Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos**. Seropédica – RJ. 2000.

CONAB. **Acompanhamento safra brasileira grãos – Safra 2017/18**. Primeiro levantamento, v.5, n.5, Brasília, p.1-142, fevereiro 2018.

CROUZET O, et al. **Response of soil microbial communities to the herbicide mesotrione: A dose-effect microcosm approach**. Soil Biol Biochem. 2010;42:193-202.

CUSTODIO, Cleberti J.J.S; et al. **Fatores que contribuíram para o crescimento da produtividade do milho no Brasil**. Revista Univar, n.15, v.1, p. 174-179. 2016.

DARINE T, et al. **Fluazifop-P-butyl (herbicide) affects richness and structure of soil bacterial communities**. Soil Biol Biochem. 2015;81:89-97.

DIAS, Leonice Seolin; et al. **Ocorrência de Muscidae (Diptera, Insecta), como qualidade ambiental, em Teodoro Sampaio, SP**. Colloquium Vitae, Presidente Prudente, v. 4, n. , p.1-9, dez. 2012.

FERREIRA J.J.; **Macrofauna do solo como indicadora de qualidade do solo em São Pedro do Turvo/SP**. Ourinhos – SP. 2012.

FERNANDES, Wedson D. et al. **Impacto de herbicidas em uma Guilda de Formigas Predadoras**. Revista Brasileira de Herbicidas, Mato Grosso, v. 1, n. 3, p.225-232, dez. 2000.

FIESP - DEPARTAMENTO DE AGRONÉGOCIO,5,2018, São Paulo. **Safra Mundial de Milho 2018/19**. São Paulo, Fiesp, 2018.

FRAGOSO, Rosimeri de Oliveira et al. **Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 27, n. 4, p.1451-1464, dez. 2017.

FUJIHARA, Ricardo Toshio et al. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. São Paulo: Fepaf, 2011. 391 p.

GARCIA, Daniela V.B; CATANOZI, Gerson. **Análise de macrofauna de solo em área de Mata Atlântica e de reflorestamento com *Pinus sp* – Zona Sul de São Paulo**. Revista Ibirapuera, São Paulo, n.2, p.10-14, jul-dez. 2011.

GARCÍA-PÉREZ JÁ, ALARCÓN-GUTIÉRREZ E, PERRONI Y, BAROIS. **Earthworm communities and soil properties in shaded coffee plantations with and without application of glyphosate**. Appl Soil Ecol. 2014;83:230-37.

GUIMARÃES, Guilherme Luiz. **Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente**. Série Técnica Ipef, Barueri - Sp, v. 12, n. 4, p.159-180, set. 1987.

GIRACCA, E. M. N.; et al. **Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino**. Agudo/RS, Revista Brasileira Agrociência, v. 9, n. 3, p. 257-261, jul-set, 2003.

GUPTA, V. V. S. R. **The impact and crop management practices on the dynamics of soil microfauna and mesofauna**. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. & GRACE, P. R. Soil Biota: Management in sustainable farming systems. Melbourne, CSIRO, 1994. p. 107-124.

GUN, A. & CHERRETT, J. M. **The exploitation of food resources by soil meso and macroinvertebrates**. Pedobiologia, 37:303-320, 1993.

HAQUE A, GUPTA R, CHAKRAVORTY PP. **Effect of two herbicides on *Xenylla welchi* (Hexapoda: Collembola) under laboratory conditions**. Bull Environ Contam Toxicol. 2011;86:583-6.

HUZIWARA, Eurico. **Efeito de herbicidas na flora e na fauna edáfica em solos sob cana-de-açúcar na região Norte Fluminense**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Goytacazes, 2011.

KARAM, D; MELHORANÇA, A.L. **Embrapa cultivo de milho**. Sistema de Produção, 3º edição. Nov./2007. Disponível em: <
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35357/1/Plantas-daninhas.pdf>>
Acesso em: 26 de novembro de 2017.

KARAM Décio; et al. **Potencial de contaminação ambiental de herbicidas utilizados na cultura do milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.8, n.3, p.247-262. 2002.

KARAM Décio; et al. **Milho transgênico e manejo de plantas daninhas em milho**. XII Seminário Nacional milho safrinha. Dourados. 2013.

KARPOUZA, DG.; et al. **Effects of nicosulfuron on the abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi used as indicators of pesticide soil microbial toxicity**. Ecol Indic. 2014. 39:44-53.

KANIESK, Maria Raquel; ARAUJO, Ana Claudia Bentancor; LONGHI, Solon Jonas. **Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa**. Scientia Forestalis, Piracicaba - Sp, v. 38, n. 88, p.567-577, dez. 2010.

LAVELLE, P.; et al. **Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers**. European Journal of Soil Biology, v.33, p.159-193, 1997.

LIMA, Sandra S.; et al. **Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.45, n.3, p.322-331. mar. 2010.

LINS, S.V. **Impacto dos herbicidas glifosate, 2,4-D, atrazina e nicosulfuron sobre populações de Collembola (Arthropoda:Ellipura) edáfico em sistema de plantio direto no município de Dourados-MS, Brasil**. Dissertação (Mestre em Zoologia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados – MT, 2004.

LINS, Vilma S.; SANTOS, Honório R.; GONÇALVES, Manoel C.. **The Effect of the Glyphosate, 2,4-D, Atrazine e Nicosulfuron Herbicides upon the Edaphic Collembola (Arthropoda: Ellipura) in a No Tillage System**. Neotropical Entomology, Mato Grosso do Sul, v. 2, n. 36, p.261-267, abr. 2007.

LOURENTE, E.R.P et al. **Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistema de manejo**. Acta Sci. Agron. Maringa, v.29, n.1,p. 17-22, 2007.

MALDANER, Luciano J.; et al. **Exigencia agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*)**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.3,p.13-23. 2014.

MANCUSO, M.A.C et al. **Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”)**. Revista Brasileira de Herbicidas, v.10, n.2, p.151-164, mai/ago. 2011.

MARQUES, Maria D; et al. **Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais**. Biosci, J., Uberlandia, v.30, n.5, p. 1588-1597, set-out. 2014.

METEOBLUE. **Clima Dois Vizinhos**. Disponível em: <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/previsao/modelclimate/dois-vizinhos_brasil_3464579>. Acesso em: 14 nov. 2018.

MODESTO, R.L et al. **Seleção recorrente fenotípica visando à obtenção de uma variedade sintética de milho (*Zea mays* L.)**. Colloquium Agrariae, v.10, n.2, Jul-Dez. 2014, p.20-31.

MOLDENKE, A. R. **Arthropods**.In: Weaver, R.W. et al. (Eds.).**Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Part 2. Madison: SSSA, 1994. p. 517-542

MORENO C.E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: M&T Manuales y Tesis; 2001.

NUNES, Luís Alfredo Pinheiro Leal; ARAUJO FILHO, João Ambrósio de; MENEZES, Rony Ítalo de Queiroz. **Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino**. Scientia Agraria, Curitiba, v. 10, n. 1, p.43-49, abr. 2009.

OLIVEIRA, Priscila; et al.,. **Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora**. Pesq, Agropecuária Trop., Goiânia, v.43, n.3, p.239-246, jul-set. 2013.

OLIVEIRA R.S. JR. **Mecanismos de Ação de Herbicidas**. Maringa - PR. 2011.

OLIVEIRA, Ingrid Ruany Pimentel et al. **Diversidade de formigas (Hymenoptera; Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de Mata Atlântica em São Cristóvão, Sergipe**. Agroforestalis News, Aracaju, v. 1, n. 1, p.1-7, set. 2016.

PASQUALETTO, Antônio; et al.,. **Ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão a culturas de safrinha no sistema plantio direto**. Pesquisa Agropecuário Tropical, 31: 133-138, maio, 2001.

PEIXOTO, Claudio M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução**. Pioneer, 5 março. 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>, Acesso em: 08 novembro 2017.

PERRANDO, Edison Rogério. **Caracterização física e biológica do solo após aplicação de herbicidas em plantios de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* Wild.) no Rio Grande do Sul**. 2008. 93 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

PITOMBEIRA K.; **Plantas daninhas provocam perda de 70%**. Jornal dia de Campo, São Paulo, 14 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/>>. Acesso em: 02 out. 2017.

POLLIERER, M. M.; et al. **The underestimated importance of belowground carbon input for forest soil animal food webs**. Ecology Letters, 10:729-736, 2007.

RABELO, A.R., et al. **Efeito do manejo de plantas invasoras na cultura do milho caboclo irrigado**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC'). 15-18 de Set. 2015. Fortaleza-CE.

REIMCHE ,Geovane.B. **Herbicidas dessecantes na fauna Edáfica e genotoxicidade**. 2014. Tese (doutorado em Agronomia) Universidade Federal e Santa Maria - Santa Maria. 2014.

ROCHA, Wilian de Oliveira et al. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de Degradação Ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil.** Floresta e Ambiente, Mato Grosso, v. 1, n. 22, p.88-98, jan. 2015.

ROSSI, Ivan H. et al. **Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas e a produtividade de sete cultivares de milho.** Planta Daninha. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, v. 14, n. 2, p. 134-148, 1996. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/1193>>

SANTOS, M.A.B et al. **Análise da potencialidade de inundação da microbacia do rio Dois Vizinhos por meio de vetorização automática e manual aliadas as características morfométricas.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu. 13 – 18 de abril. 2013.

SANTOS, P.D. et al. **Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí.** Pesq agropec bras., Brasília, v.51, n.9, p.1466-1475, set. 2016.

SCORIZA, N.R. et al. **Efeito de herbicidas sobre a biota de invertebrados do solo em área de restauração florestal.** Revista brasileira Ciência do solo, 39:1576-1584. 2015.

SPADOTTO, Claudio A.; et al. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações.** Jaguariúna – SP. 2004.

SILVEIRA, Edson R.; et al. **Diversidade e papel funcional da macrofauna do solo na integração lavoura-pecuária.** Revista Técnico-Científica do CREA-PR, 4ª edição, fevereiro, 2016.

SILVA, R.F. et al. **Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado.** Acta. Sci. Agron. Maringá, v.30, supl., p.725-731, 2008.

SILVA, Joedna et al. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. **Journal Of Biotechnology And Biodiversity**, Minas Gerais, v. 3, n. 2, p.59-71, maio 2012.

SILVA, N.L.; AMARAL, A.A. **Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda.** Revista Verde (Mossoró – RN – BRASIL), v.8, n.5, p.108-115, 2013.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Oxford, Blackwell, 1979. 372p.

SUGUITURU S. S. et al. **Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP.** *Biota Neotrop.* Abr/Jun 2013 vol. 13, no. 2 <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/pt/abstract?inventory+bn00813022013> ISSN 1676-0603.

SHAW, W.C. – **Integrated weed management systems technology for pest management.** Weed science, 30 (supl. 1): 2-12, 1956.

STEFFEN, Gerusa P.K.; et al. **Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos.** Revista Tecno-lógica, Santa Cruz do Sul, v.15, n.1, p.15-21, jan-jun. 2011..

TESSARO, D. et al. **Produção agroecológica de mudas e desenvolvimento a campo de couve-chinesa.** Ciência Rural. Santa Maria. 2013.

TIMOSSO, P.C; FREITAS, T.T. **Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.10, n.3, p.210-218, set./dez. 2011.

TORRES, M.M et al. **Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte.** Ciênc. Agrotec., Lavras. V.27, n.1, p.199-205, jan./fev., 2003.

VASCONCELOS, Maria C.C.; et al. **Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas.** Revista Agropecuária Científica no Semiárido ACSA, v.8,n.1, p.01-06, jan-mar. 2012.

VIDAL, R.A. et al. **Diagnóstico da resistência aos herbicidas em plantas daninhas.** Planta daninhas, Viçosa-MG, v.24, n.3, p.597-604, 2006.