

USO DA ARMADILHA DE TIPO MALAISE OMNIDIRECIONAL NO MONITORAMENTO DE INSETOS NUM AGROSSISTEMA CACAUEIRO

Alexandre Arnhold^{1,2}, Elmo Borges de Azevedo Koch³, Leonardo de Oliveira Nunes⁴, Priscila Santos Silva², Esperidião Alves dos Santos-Neto², Jacques Hubert Charles Delabie^{2,5,}, Cléa Santos Ferreira Mariano⁴*

¹Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Centro de Formação em Ciências Agroflorestais (CFCAf). Ilhéus, BA, Brasil. alexarnhold@gmail.com. ²Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Laboratório de Mirmecologia, km 22, rodovia Ilhéus-Itabuna (BR-415), Ilhéus-BA, Brasil.

pssilva@uesc.br, esperidiaoasneto@gmail.com, jacques.delabie@gmail.com

³Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Feira de Santana, BA, Brasil. elmoborges@gmail.com. ⁴Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Biológicas (DCB), Laboratório de Artrópodes Sociais. Ilhéus, BA, Brasil. leonardodeoliveiranunes@hotmail.com, camponotu@hotmail.com. ⁵Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais (DCAA). Ilhéus, BA, Brasil.

*Autor para correspondência: jacques.delabie@gmail.com

O cultivo do cacau (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) com sombreamento natural ou artificial é conhecido por ser um dos agrossistemas que menos altera a biodiversidade local. Utilizada para amostrar e monitorar a biodiversidade, a armadilha Malaise é uma das técnicas de coleta mais utilizadas para capturar insetos voadores que tem a vantagem de ser uma técnica de coleta de baixa manutenção. A armadilha Malaise tradicional fica geralmente instalada ao nível do chão e amostra por interceptação do voo somente os insetos num único estrato. A Malaise do tipo omnidirecional (Omnidirectional flight trap) fica suspensa no sub-bosque numa altura escolhida pelo experimentador e apresenta dois estratos de interceptação, em função do comportamento de fuga apresentado pelos insetos; além disso, permite interceptar insetos que vem de todas as direções. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de amostragem da entomofauna que voa em um agroecossistema cacauzeiro utilizando a armadilha do tipo Malaise omnidirecional e de comparar os dois estratos de interceptação. Para a coleta dos insetos, foram instaladas 40 dessas armadilhas na proximidade de 40 árvores de sombreamento num cacau. Registrou-se um total de 73.699 espécimes, pertencentes a 12 ordens de insetos. As ordens mais comuns foram Diptera, Hemiptera, Coleoptera e Lepidoptera. Observou-se uma diferença significativa nos números médios de indivíduos e de ordens de insetos de acordo com o estrato de interceptação. Os resultados demonstram que armadilhas-rede passivas são versáteis e capazes de fornecer uma grande variedade de informação sobre a entomofauna em sistemas agroflorestais e demonstram a importância em discriminar os estratos na amostragem. O uso adequado dessa armadilha pode alimentar também em informações valiosas o biomonitoramento dos principais polinizadores ou insetos danosos ao cultivo do cacauzeiro na Bahia.

Palavras-chave: Insetos alados, *Theobroma cacao*, armadilha de interceptação de voo, biodiversidade.

Use of an omnidirectional Malaise trap to evaluate insect diversity in cocoa agroforestry. The cultivation of cacao (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) with natural or artificial shading is known as being one of the agrosystems that less alters local biodiversity. Used to sample and monitor biodiversity, the Malaise trap is one of the most used collection techniques for flying insects, which has the advantage to be a low-maintenance sampling technique. The traditional Malaise trap is usually placed on the ground and intercepts the insects in a single layer only. In turn the omnidirectional Malaise (Omnidirectional flight trap) type is hanged in the understory at a height chosen by the experimenter and has two interception layers, according the insects' escape behavior; in addition, it allows catching insects flying from all directions. The aim of this study was to evaluate and compare the sampling efficiency on entomofauna using omnidirectional Malaise traps and to compare the both interception strata. For the insects' sampling, 40 of these traps were installed near 40 shading trees in a cocoa plantation. We recorded 73,655 specimens that belonged to 12 insect orders. The commonest orders were Diptera, Hemiptera, Coleoptera and Lepidoptera. We observed a significant difference in the average numbers of observed individuals and orders according to the interception stratum. Our results demonstrate that passive net traps are versatile and can provide a wide variety of information on the insect fauna in agroforestry systems and demonstrate the importance of discriminating the strata in the sampling. The proper use of this trap can also provide valuable information for the biomonitoring of the pollinators or insects harmful to cocoa cultivation in Bahia.

Key words: Winged insects, *Theobroma cacao*, flight interception trap, biodiversity.

Introdução

O cultivo do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) é uma das principais atividades econômicas do sudeste da Bahia e de algumas outras regiões do Brasil dentro dos domínios das Matas Amazônica e Atlântica (Valle, 2012). Considerado como um dos agroecossistemas que menos prejudica a biodiversidade nativa (Delabie et al., 2011), o cacauzeiro necessita a princípio de um sombreamento oferecido por outras espécies vegetais de maior porte, árvores nativas no caso do sistema conhecido por “cabruca”, ou plantadas em cacauais ditos de “derruba total” (Alvim, 1989; Rice & Greenberg, 2000; Delabie et al., 2007; Delabie et al., 2011; Novais, Macedo-Reis & Neves, 2016). Como todas as outras plantas de importância agrícola, o cacauzeiro está sujeito ao ataque de insetos praga que danificam partes ou totalidade da planta (Bondar, 1939; Nakayama e Encarnação, 2012), enquanto outros insetos (em particular, moscas Ceratopogonidae) são considerados responsáveis pela sua polinização (Pouvreau, 1984). O cacauzeiro é uma árvore típica de sub-bosque que é cultivado em sistemas agroflorestais às vezes complexos, onde a entomofauna pode ser considerada similar à de uma floresta (Delabie et al., 2007). Estudos sobre a diversidade de insetos que vivem nesse tipo de ambiente necessitam de técnicas específicas de amostragens que permitem abordar os componentes faunísticos estrato por estrato, desde o solo até o dossel (Santos & Fernandes, 2021).

Como consequência das mudanças climáticas e outros processos provavelmente de origem antrópica, tudo indica que a diversidade de insetos está diminuindo drasticamente nas últimas décadas (Hallmann et al., 2017; Wagner, 2020) e, por isso, o funcionamento dos ambientes terrestres está sofrendo alterações importantes (Hochkirch, 2016; Hallmann et al., 2017; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Seibold et al., 2019; Wagner, 2020). Esses fenômenos incluem conjuntamente a diminuição da biodiversidade, a queda abrupta da biomassa animal nos ambientes, para os quais são responsabilizados, entre outros elementos, a destruição de habitats, a intensificação do uso de insumos em áreas agrícolas, a poluição atmosférica, a disseminação e proliferação de espécies invasoras ou o uso inapropriado do lençol freático (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

A importância dos insetos se destaca nos ecossistemas terrestres. Eles são essenciais para a polinização, a dispersão de sementes, a decomposição de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes além de servir de fonte de alimentos para muitos outros organismos (Rosenberg, Danks & Lehmkuhl, 1986; Kim, 1993; Davis et al., 2001). Por possuir, de modo geral, ciclos biológicos curtos, eles também respondem rapidamente às alterações no ambiente (Wink et al., 2005). Esses fatores fazem dos insetos excelentes indicadores potenciais da qualidade ambiental (Thomazini e Thomazini, 2000).

Diversas técnicas de amostragem podem ser empregadas para coletar insetos, a exemplo de armadilhas do tipo “pitfall”, sacos de Winkler, redes de varredura, iscas atrativas, armadilhas luminosas ou armadilhas Malaise. Apesar de não existir nenhum sistema de amostragem universal, todas as técnicas relatadas acima são consideradas bastante eficazes para estudar determinada fração da entomofauna (Malaise, 1937; Marinoni e Dutra, 1997; New, 1998; Szentkiralyi, 2002; Mason & Bordera, 2008; Aguiar & Santos, 2010; Sheikh et al., 2016; Santos & Delabie, 2018; Delabie et al., 2021).

Entre estes métodos, a armadilha Malaise tradicional é utilizada principalmente para a amostragem de insetos que voam perto do chão ou cerca da vegetação arbustiva entre as diferentes citações (Malaise, 1937; Skvarla et al. 2020; Uhler et al., 2022). Descrita originalmente por René Malaise em 1937 (Gressett & Gressett, 1962; Skvarla et al., 2020), essa armadilha é uma das mais importantes ferramentas para coletar insetos das ordens Hymenoptera, Diptera e Thysanoptera (Malaise, 1937; Campos, Pereira & Schoereder, 2000; Nakayama, 2002; Achterberg, 2009). A armadilha Malaise do tipo omnidirecional é projetada para a captura de insetos voadores; ela apresenta uma estrutura de náilon em forma de tenda que é erguida ou suspensa entre árvores ou arbustos, ela é disposta no campo de forma a barrar o trajeto presumido de vôo dos insetos (Alten et al., 2015). Derivando do modelo original, essa e outras versões foram construídas visando adequá-las às necessidades propostas pelas pesquisas, mas o nome original de armadilha Malaise foi conservado coletivamente para todas (Campos, Pereira & Schoereder, 2000; Skvarla et al., 2020).

A armadilha Malaise, em geral, explora o fato que uma maioria dos insetos alados, ao encontrarem um obstáculo, apresenta um comportamento de fuga e procura se dirigir para cima, voando ou rastejando (Matthews & Matthews, 2017). Esse comportamento pode ser assimilado a um fototropismo positivo ou a um geotropismo negativo. Desta forma, a armadilha é considerada uma ferramenta particularmente eficiente para coleta de insetos que, quando têm seu voo interrompido, se dirigem para sua região superior onde acabam presos num recipiente sem saída (Alexander, 2000). Entretanto, alguns insetos possuem características comportamentais diferentes, e possuem um voo rápido com geotropismo positivo (ou fototropismo negativo). Isto é, tendem a procurar o chão ao terem o voo interceptado (Wilkening et al., 1981). Uma solução para isto foi apresentada por Wilkening et al. (1981) que desenvolveram uma armadilha Malaise do tipo omnidirecional, ou “Omnidirectional flight trap”, constituída por recipientes coletores distintos para os dois estratos de interceptação: os insetos que apresentam fototropismo positivo ou geotropismo negativo, na parte superior, e os que apresentam geotropismo positivo ou fototropismo negativo, na parte inferior.

Este estudo teve o objetivo de avaliar a eficiência de amostragem da entomofauna em atividade de voo em um agroecossistema cacauero utilizando a armadilha do tipo Malaise omnidirecional e de comparar seus estratos de interceptação. Uma característica particular do tipo de armadilha utilizada é que ela permite a discriminação entre os insetos que respondem à armadilha para um comportamento de fuga particular, seja em direção à luz (fototropismo positivo), fugindo do chão (geotropismo negativo), seja fugindo da luz (fototropismo negativo), aproximando-se do chão (geotropismo positivo).

Material e Métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado no período de agosto a novembro de 2019, em um cacau experimental do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC/CEPLAC) (14°45,3'S, 39°13,9'W), inserido no bioma Mata Atlântica, município de Ilhéus, estado da Bahia, Brasil. O clima regional é descrito como Af na escala de Köppen e se caracteriza por ser quente e úmido, com

a ausência de uma estação seca bem definida e precipitação anual entre 1.300 e 2.000 mm (DaRocha et al., 2016). A área do experimento é exclusivamente sombreada por árvores exóticas do gênero *Erythrina* (Fabaceae). No sudeste da Bahia, estas árvores oferecem condições favoráveis para a fixação de bromélias e numerosas outras epífitas em seus galhos. Consequentemente, elas aumentam a heterogeneidade do micro-habitat nas copas, proporcionando abrigo e recursos para inúmeros organismos, em particular invertebrados, que habitam o topo das árvores (Delabie et al., 2007; DaRocha et al., 2015, 2016).

Desenho amostral e coleta dos insetos

Foram selecionadas 40 árvores da espécie *Erythrina* sp. (Fabaceae) com estrutura arquitetônica o mais uniforme possível em relação à altura, entre 25 e 30 metros, e com a primeira ramificação a aproximadamente 5 metros acima do solo. Para garantir a independência amostral, as árvores selecionadas estavam distantes em um mínimo de 100 metros uma da outra.

Os insetos foram coletados instalando-se uma armadilha por árvore (ou seja, n=40 amostras). As armadilhas foram suspensas por cordas de náilon entre 3 a 5 metros do solo (Figura 1a-b), barrando prováveis corredores usados pelos insetos para voar. O modelo de armadilha utilizado foi de Malaise “Omnidirectional flight trap”, com duas unidades coletoras: uma superior (que captura os insetos com fototropismo positivo ou geotropismo negativo) e a outra, inferior (que captura os insetos com fototropismo negativo ou geotropismo positivo) (Figura 2).

As armadilhas permaneceram instaladas em campo durante quatro dias consecutivos, totalizando 96 horas de coleta por armadilha. Todas as armadilhas não foram instaladas simultaneamente, mas ao longo dos quatro meses do experimento. Após as armadilhas serem recolhidas, os insetos coletados foram acondicionados em recipientes e transportados para o Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC (Delabie et al., 2020). Estes insetos foram então triados, contabilizando-se o número de espécimes ao nível de ordem.

Análises estatísticas

A diversidade da entomofauna coletada nos dois diferentes estratos de interceptação das armadilhas



Figura 1 - a. Armadilha Malaise instalada com destaque para os estratos de interceptação superior (em vermelho) e inferior (em amarelo). b. vista da armadilha (dentro do quadrado em vermelho) instalada, abaixo da copa da árvore de sombremaneto (*Erythrina* sp.), e próximo acima dos cacauais.

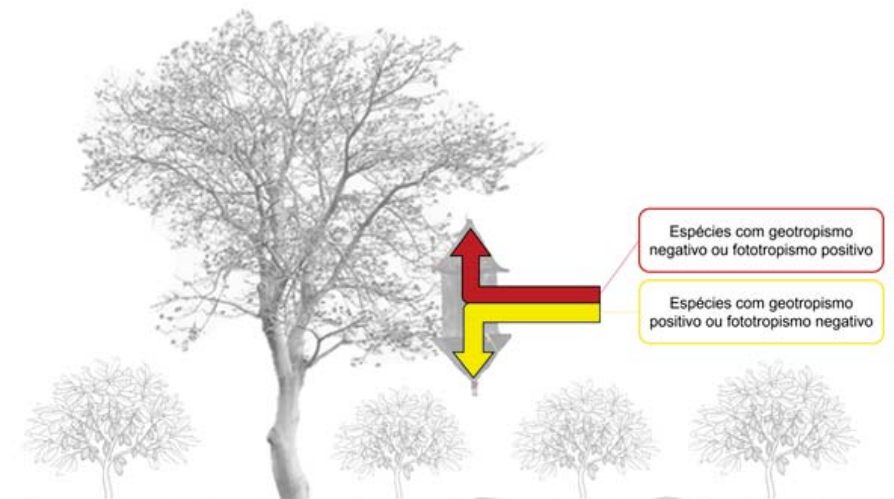


Figura 2 – Interpretação do modo de funcionamento de uma armadilha Malaise instalada num cacaual, abaixo da copa de uma árvore de sombremaneto (*Erythrina* sp.) e pouco acima dos cacauais. As setas destacam a rota de voo de espécies de insetos com geotropismo negativo ou fototropismo positivo (em vermelho) e espécies de insetos com geotropismo positivo ou fototropismo negativo (em amarelo).

foi avaliada através de uma matriz construída com os registros de presença/ausência das diferentes ordens de insetos amostrados em cada armadilha e estrato. Foram analisados exclusivamente dados relativos a insetos alados e, portanto, foi excluído desta análise o

(> 400 indivíduos) no estrato inferior de interceptação das armadilhas foram, respectivamente: Coleoptera, Psocoptera, Diptera e Hemiptera. No estrato superior, as ordens com maior abundância foram respectivamente: Diptera, Hemiptera, Lepidoptera e

elevado número de operárias de formigas arborícolas capturadas que, ao visitar as armadilhas durante suas atividades de forrageamento, acabam caindo presas nos frascos de coleta. Avaliou-se se ocorrem diferenças significativas no número de ordens e na abundância desses insetos (considerando exclusivamente espécimes alados), de acordo com os diferentes estratos de interceptação das armadilhas (inferior e superior) com Teste t pareado. As análises foram realizadas no software R versão 4.1.2 (R CoreTeam, 2021), utilizando o pacote “vegan” (Oksanen et al., 2019).

Resultados

Um total 73.655 espécimes pertencentes a 12 ordens foram coletados. As ordens que apresentaram maior abundância (número de indivíduos) em todo o estudo foram, respectivamente: Diptera (75% do total de insetos), Hemiptera (9%), Coleoptera (6,8%), Lepidoptera (4,3%) e Psocoptera (3,1%). As demais ordens representaram menos do que 1% do número total de espécimes, cada uma (Tabela 1). As ordens que apresentaram maior número de indivíduos

Psocoptera (Tabela 1). Mantodea não foi coletada no estrato inferior de nenhuma armadilha, ocorrendo em apenas três amostras do estrato superior. Trichoptera foi registrada em uma única amostra do estrato inferior. Orthoptera, Neuroptera e Blattodea foram observados em número pelo menos três vezes superior nas amostras do estrato superior de interceptação do que nas do estrato inferior (Tabela 1).

Uma diferença significativa foi observada entre os números médios de indivíduos coletados nos dois estratos de interceptação das armadilhas ($T = -4,518$; $p < 0,001$). O número médio de indivíduos foi cerca de

oito vezes maior no estrato superior (média \pm desvio padrão = $1631,9 \pm 1048,7$), se comparado com o inferior ($190 \pm 71,3$) (Figura 3). O número médio de ordens coletadas também diferiu significativamente considerando o estrato de interceptação ($T = -7,394$; $p < 0,001$). Em média, observamos um número maior de ordens no estrato superior ($8,75 \pm 1,2$) do que no inferior ($7,5 \pm 1,08$) (Figura 3). Quando se compara o número de indivíduos de cada ordem coletados de acordo com os dois estratos de interceptação da armadilha, observamos que, em média, a maior parte das ordens apresentou uma variação significativa na

Tabela 1 – Frequência de ocorrência e número total de espécimes alados das diferentes ordens coletadas nos dois estratos de interceptação (inferior e superior) de armadilhas Malaise em árvores (*Erythrina* sp.) no agrossistema cacauero de estudo (número total de armadilhas = 40). Em negrito são destacas as ordens que apresentaram diferenças significativas na abundância de indivíduos de acordo com o estrato de interceptação da armadilha Malaise

Ordem	Estrato Inferior		Estrato Superior		Valor de t	Significância
	Abundância	Frequência (%)	Abundância	Frequência (%)		
Blattodea	12	20	63	60	3,084	0,004
Coleoptera	4.792	95	215	95	-11,578	<0,001
Diptera	484	90	55.267	100	8,168	<0,001
Hemiptera	406	92,5	6.227	100	7,796	<0,001
Hymenoptera	202	95	334	100	3,968	<0,001
Lepidoptera	132	85	3.069	100	7,439	<0,001
Mantodea	0	0	3	7,5	-	-
Neuroptera	1	2,5	81	67,5	-	-
Orthoptera	11	22,5	114	80	5,432	<0,001
Psocoptera	1.203	95	1.055	100	-1,316	0,196
Thysanoptera	17	27,5	15	25	-0,264	0,793
Trichoptera	2	2,5	0	0	-	-

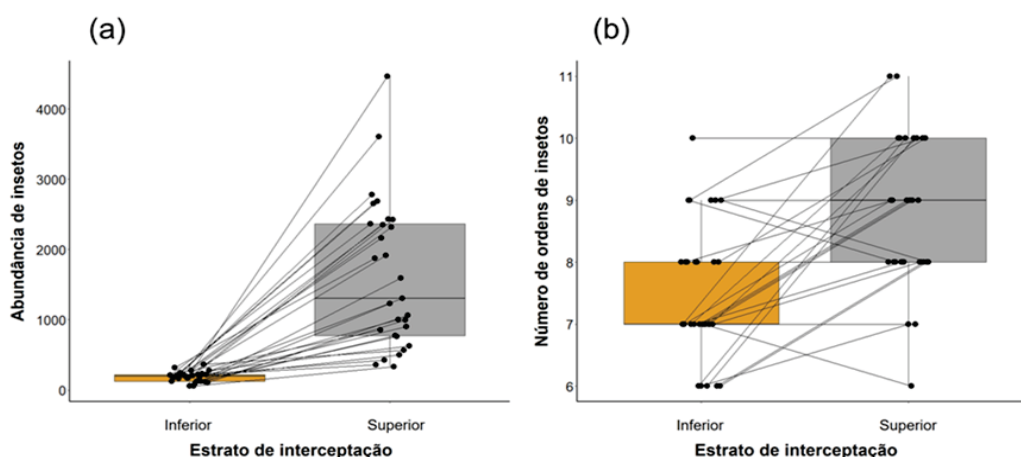


Figura 3 - a. Número médio de espécimes e b. número de ordens de insetos coletados de acordo com o estrato de interceptação das armadilhas Malaise em árvores (*Erythrina* sp.) no agrossistema cacauero de estudo. As linhas estão ligando o número de espécies capturadas em cada ponto de coleta (armadilha).

abundância (Figura 4, Tabela 1). A maior parte das ordens apresentou um maior número de indivíduos no estrato de interceptação superior da armadilha, com exceção de Coleoptera que apresentou um padrão inverso. As ordens Psocoptera e Thysanoptera não apresentaram diferença no número de indivíduos capturados nos dois estratos de interceptação (Figura 4, Tabela 1).

Discussão

A armadilha Malaise do tipo omnidirecional é uma armadilha bastante versátil, pois apresenta dois estratos

de interceptação; seu formato e disposição permitem a captura de insetos com diferentes comportamentos de voo e que chegam de direções distintas. Além de fornecer dados para a abundância relativa dos grupos biológicos encontrados, a armadilha Malaise omnidirecional também pode viabilizar informações mais precisas sobre atividade de voo, que pode ocorrer de forma distinta de acordo com o táxon considerado (Basset, 1988). Os estudos, de uma forma geral, que utilizaram a armadilha Malaise como método de coleta, relatam principalmente a captura de Diptera (Castellón et al., 2000; Marinoni e Bonatto 2002; Barbosa et al., 2005; Skvarla et al., 2020), Coleoptera (Martínez, 2001)

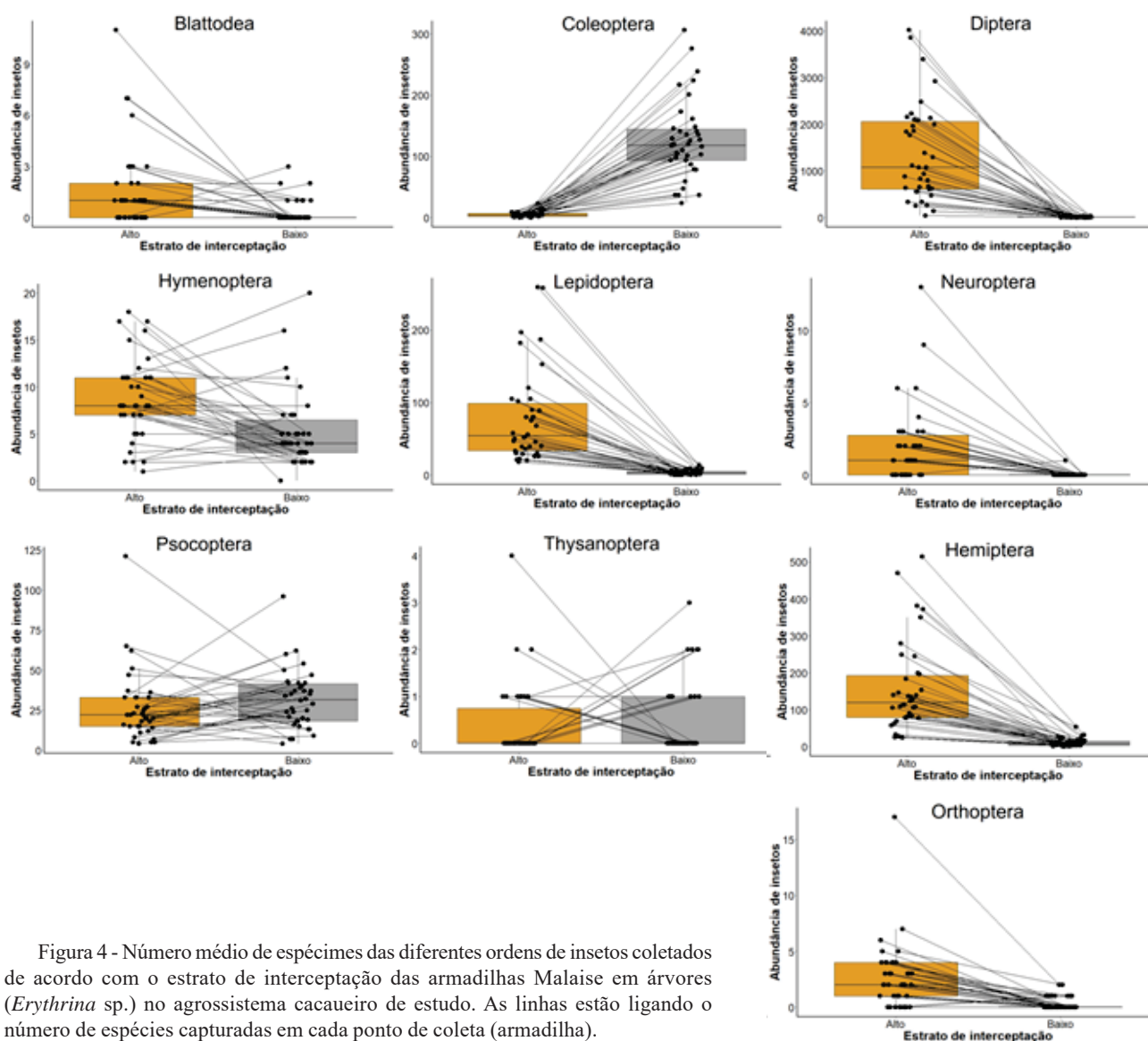


Figura 4 - Número médio de espécimes das diferentes ordens de insetos coletados de acordo com o estrato de interceptação das armadilhas Malaise em árvores (*Erythrina* sp.) no agrossistema cacauzeiro de estudo. As linhas estão ligando o número de espécies capturadas em cada ponto de coleta (armadilha).

e Hymenoptera (Dall'Oglio et al., 2000; Delabie & Reis, 2000; Marchiori et al., 2004; Rodríguez-Velez, Zaragoza-Caballero & Rodríguez, 2009; Silva e Silveira, 2009; Skvarla et al., 2020; Delabie et al., 2021), todos grupos apontados como sendo megadiversos (Marinoni e Ganho, 2003).

As abundâncias particularmente elevadas de Diptera, Hemiptera, Coleoptera e Lepidoptera (por ordem de frequência) encontradas no presente estudo já eram esperadas, pois sugerem ser relacionadas com a diversidade natural dessas ordens de insetos. Segundo Stork (2018), no planeta, as ordens mais diversas de insetos são: Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera e Hemiptera (por ordem de diversidade das ordens com >100.00 espécies descritas). A única ordem com dados de abundância surpreendentemente baixos em nossa amostragem é a dos Hymenoptera, apesar de representantes de 38 famílias dessa ordem encontradas em somente 16 armadilhas Malaise de quatro tipos diferentes por Campos, Pereira & Schoereder (2000) e essa ser a principal técnica de coleta para avaliar a diversidade de micro-himenópteros parasitóides em cacauais por Nakayama (2002). Como no presente experimento, não foram considerados dados relativos à sazonalidade, é possível que a abundância de certos grupos de insetos seja afetada por fatores abióticos tais como umidade relativa, precipitações, temperatura, ou ainda incidência de luz (DaRocha et al., 2015). Por outro lado, segundo Nakayama (2002), fatores estruturais da plantação, além do tamanho, posição e coloração das armadilhas são fatores que afetam aspectos qualitativos da fauna de Hymenoptera coletada.

Os resultados encontrados apontam que, de forma geral, o estrato superior da armadilha, que captura os insetos com comportamento de fuga em direção da luz (fototropismo positivo ou geotropismo negativo), tem maior eficiência de coleta se for comparado ao estrato inferior, que captura os insetos com comportamento de fuga em direção do chão (geotropismo positivo ou fototropismo negativo) (Figura 2). Estudos anteriores corroboram nossas observações: o estrato superior da armadilha Malaise é mais eficiente para capturar insetos com geotropismo negativo e de voo lento, enquanto o estrato inferior geralmente é mais eficiente para amostragem de insetos com geotropismo positivo e voo rápido

(Wilkening et al., 1981; Basset, 1988; Novais, Macedo-Reis & Neves, 2016). Entretanto, para amostragem de grupos específicos como Coleoptera, Psocoptera, ou mesmo, Diptera e Hemiptera, o estrato inferior apresentou uma eficiência muito importante também, o que mostra a validade de se considerar este tipo de armadilha na amostragem de insetos em sistemas agroflorestais, uma vez que estes podem ser de fato subamostrados em outro tipo de estudos.

No presente estudo, não se discriminaram os 73.655 insetos alados adultos que foram capturados em nossa amostragem ao nível de famílias. No entanto, é importante considerar a contribuição que o tipo de armadilha utilizado pode dar sobre os principais insetos danosos ao cultivo do cacaueteiro na Bahia. Os tripses (Thysanoptera) (Nakayama e Encarnação, 2012) foram relativamente raros na presente amostragem, talvez por problemas ligados à sua sazonalidade ou por estarem ativos mais perto do chão (em relação à posição relativamente elevada de nossas próprias armadilhas). Coleoptera frequentemente citados como danificando o cacaueteiro pertencem às famílias Cerambycidae, Chrysomelidae, Cucurlionidae e Scolytidae (Nakayama e Encarnação, 2012). É provável que esses e uma maioria de outros besouros apresentam comportamento de fuga em direção ao chão ou a um suporte vegetal (que chamamos aqui de geotropismo positivo) quando emboscados na armadilha. Por sua vez, representantes das ordens Hemiptera, Lepidoptera e, principalmente, Diptera com sua abundância e diversidade gigantesca, buscam escapar da armadilha fugindo de lugares escuros (geotropismo negativo) em direção da luz (fototropismo positivo). Fazem parte dessa última ordem, as micro-moscas do gênero *Forcipomyia* (Ceratopogonidae) das quais diversas espécies são conhecidas como polinizadoras do cacaueteiro (Soria e Wirth, 1974; Young, 1982; Pouvreau, 1984).

Conclusão

Armadilhas Malaise do tipo omnidirecional se mostraram muito eficientes na amostragem de insetos no agrossistema cacaueteiro, principalmente representantes das ordens Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera Psocoptera e Hymenoptera. Essa grande eficiência se deve especialmente ao fato

de coletar de forma complementar organismos que possuem comportamentos bastante diferentes de voo, indicando que estas armadilhas possam fornecer informações diferenciadas sobre a entomofauna presente e sua atividade no agrossistema.

Em suma, os resultados corroboram o fato de que a armadilha de voo omnidirecional, assim como outros tipos de armadilhas Malaise, são armadilhas-rede passivas versáteis capazes de capturar uma rica variedade de táxons de insetos e demonstra a importância de discriminar dois estratos na amostragem separando os insetos em função do comportamento de fuga que apresentam ao serem capturados.

Agradecimentos

Agradecemos a Josafá E. Q. Júnior, Edie C. R. Ferraz, José R. M. dos Santos e José C. S. do Carmo (*in memoriam*) pelo auxílio em campo. Agradecemos imensamente às seguintes instituições e órgãos de fomento: CEPLAC, UESC, UFSB, CAPES, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB.

Literatura Citada

- ACHERBERG, K. V. 2009. Can townes type Malaise traps be improved? Some recent developments. *Entomologische Berichten* 69(4):129-135.
- AGUIAR, A. P.; SANTOS, B. F. 2010. Discovery of potent, unsuspected sampling disparities for Malaise and Möricke traps, as shown for Neotropical *Cryptini* (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Journal of Insect Conservation* 14:199-206.
- ALEXANDER, B. 2000. Sampling methods for phlebotomine sandflies. *Medical and Veterinary Entomology* 14:109-122.
- ALTEN, B. et al. 2015. Sampling strategies for phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Europe. *Bulletin of Entomological Research* 105(06):664-678.
- ALVIM, R. 1989. O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotropica (Brasil)* 1(2):89-103.
- BARBOSA, M. G. V. et al. 2005. Diversidade e similaridade entre habitats em relação às espécies de Tabanidae (Insecta: Diptera) de uma floresta tropical de terra firme (Reserva Adolpho Ducke) na Amazônia Central, Brasil. *Amazoniana* 18:251-266.
- BASSET, Y. 1988. A composite interception trap for sampling arthropods in tree canopies. *Australian Journal of Entomology* 27(3):213-219.
- BONDAR, G. 1939. Insetos Daninhos e Parasitas do Cacau na Bahia. Salvador, BA, Instituto de Cacau da Bahia. *Boletim Técnico* n.5. 112p.
- CAMPOS, W. G.; PEREIRA, D. B. S.; SCHOEREDER, J. H. 2000. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29(3):381-389.
- CASTELLÓN, E. G. et al. 2000. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) na Amazônia. II. Listagem das espécies coletadas na bacia petrolífera no Rio Urucu, Amazonas, Brasil, utilizando diferentes armadilhas e iscas. *Revista Brasileira de Zoologia* 17(2):455-462.
- DALL'OGGIO, O. T. et al. 2000. Survey of the Hymenoptera parasitoids in *Eucalyptus grandis* and in a native vegetation area in Ipaba, state of Minas Gerais, Brazil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23(3):583-588.
- DAROCHA, W. D. et al. 2015. How does bromeliad distribution structure the arboreal ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) on a single tree in a Brazilian Atlantic forest agroecosystem? *Myrmecological News* 21:83-92.
- DAROCHA, W. D. et al. 2016. Epiphytic bromeliads as key components for maintenance of ant diversity and ant-bromeliad interactions in agroforestry system canopies. *Forest Ecology and Management* 372:128-136.
- DAVIS, A. J. et al. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *Journal of Applied Ecology* 38(3):593-616.
- DELABIE, J. H. C. et al. 2021. Sampling and analysis methods for ant diversity assessment. In: Santos, J. C.; Fernandes, G. W. (Eds.) *Measuring*

- Arthropod Biodiversity - A Handbook of Sampling Methods. Springer, Cham. pp.13-54.
- DELABIE, J. H. C. et al. 2020. A Coleção de Formicidae do Centro de Pesquisas do Cacau (CPDC), Ilhéus, Bahia, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais 15:289-305.
- DELABIE, J. H. C. et al. 2011. Paisagem cacaueira no sudeste da Bahia: desafios e oportunidades para a conservação da diversidade animal no século XXI. *Agrotropica (Brasil)* 23:107-114.
- DELABIE, J. H. C. et al. 2007. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16:2359-2384.
- DELABIE, J. H. C.; REIS, Y. T. 2000. Sympatry and mating flight synchrony of three species of *Cylindromyrmex* (Hymenoptera, Formicidae) in southern Bahia, Brazil, and the importance of Malaise trap for rare ants' inventory. *Revista Brasileira de Entomologia* 44:109-110.
- GRESSETT, J. L.; GRESSETT, M. K. 1962. An improved Malaise trap. *Pacific Insects* 4:87-90.
- HALLMANN, C. A. et al. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12:e0185809.
- HOCHKIRCH, A. 2016. The insect crisis we can't ignore. *Nature* 539:141.
- KIM, K. C. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: Why insects matter. *Biodiversity and Conservation* 2:191-214.
- MALAISE, R. 1937. A new insect trap. *Entomologisk Tidskrift* 58:148-160.
- MARCHIORI, C. H. et al. 2004. *Eucoilinae parasitoides* (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) coletados em Itumbiara-GO, Araporã-MG e Lavras-MG usando-se armadilha Malaise. *Bioscience Journal* 20(1):93-95.
- MARINONI, R. C.; DUTRA, R. R. C. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. *Diversidades alfa e beta. Revista Brasileira de Zoologia* 14:751-770.
- MARINONI, L.; BONATTO, S. R. 2002. Sazonalidade de três espécies de *Syrphidae* (Insecta, Diptera) capturadas com armadilha Malaise no estado do Paraná. *Brasil. Revista Brasileira de Zoologia* 19:95-104.
- MARINONI, R. C.; GANHO, N. G. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(4):37-744.
- MARTÍNEZ, C. 2001. Primer registro de los géneros *Glipodes* y *Boatía* (Coleoptera: Mordellidae) para Colombia. *Entomotropica* 16(3):199-201.
- MASON, M.; BORDERA, S. 2008. Effectiveness of two sampling methods used for collecting Ichneumonidae (Hymenoptera) in Cabaneros national park (Spain). *European Journal of Entomology* 105:879-888.
- MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. 2017. The Malaise trap: Its utility and potential for sampling insect populations. *The Great Lakes Entomologist* 4(4):117-122.
- NAKAYAMA, K. 2002. Amostragem e regulação da biodiversidade de Hymenoptera (*Parasitica* e *Chrysididae*) em cacauais (*Theobroma cacao* L.) sob Mata Atlântica. Tese Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 88p.
- NAKAYAMA, K.; ENCARNAÇÃO, A. M. V. 2012. Principais pragas do cacaueteiro e seu controle. pp. 135-160. In: Valle, R. R. *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueteiro*. 2ª edição. Brasília, DF, CEPLAC/CEPEC/SEFIS.
- NEW, T. R. 1998. *Invertebrate Surveys for Conservation*. Oxford University Press. Oxford, UK. 256p.
- NOVAIS, S. M. A.; MACEDO-REIS, L. E.; NEVES, F. S. 2016. Predatory beetles in cacao agroforestry systems in Brazilian Atlantic Forest: a test of the natural enemy hypothesis. *Agroforestry Systems* 91(1):201-209.

- OKSANEN, J. et al. 2019. Vegan: Community Ecology Package, 2:5-6. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>. Acesso em: 12/10/2022.
- POUVREAU, A. 1984. Quelques cultures fruitières des régions tropicales. pp. 409-431, In: Pesson, P. & Louveaux, L. Pollinisation et Productions Végétales. Paris, INRA.
- R CORE TEAM. 2021. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.Rproject.org/>.
- RICE, R. A.; GREENBERG, R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 29(3):167-173.
- RODRÍGUEZ-VELEZ, B.; ZARAGOZA-CABALLERO, S.; RODRÍGUEZ, J. M. 2009. Diversidad de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) y otras familias de Hymenoptera obtenidas con trampas Malaise en el bosque tropical caducifolio de la región de Huatulco, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:709-719.
- ROSENBERG, D. M.; DANKS, H. V.; LEHMKUHL, D. M. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management* 10(6):773-783.
- SANTOS, J. C.; FERNANDES, G. W. 2021. *Measuring Arthropod Biodiversity - A Handbook of Sampling Methods*. Springer, Cham. 600p.
- SANTOS, R. S.; DELABIE, J. H. C. 2018. Epigaeic ants in a forest remnant in the state of Acre, Brazil, and new records for the state. *Brazilian Journal of Agriculture* 93(1):24-32.
- SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8-27.
- SEIBOLD, S. et al. 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574:671-674.
- SHEIKH, A. H. et al. 2016. Light trap and insect sampling: An overview. *International Journal of Current Research* 11(8):40868-40873.
- SILVA, S. S.; SILVEIRA, O. T. 2009. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará. *Iheringia, Série Zoologia* 99(3):317-323.
- SKVARLA, M. J. et al. 2020. A review of terrestrial and canopy Malaise traps. *Annals of the Entomological Society of America* 114(1):27-47.
- SORIA, S. S.; WIRTH, W. W. 1974. Identidade e caracterização taxonômica preliminar das mosquinhas *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae) associadas com a polinização do cacauero na Bahia. *Revista Theobroma (Brasil)* 4:3-12.
- STORK, N. E. 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology* 63:31-45.
- SZENTKIRALYI, F. 2002. Fifty-year-long insect survey in Hungary: T. Jeremy's contribution to light-trapping. *Acta Zoologica, Academiae Scientiarum Hungaricae* 48:85-105.
- THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. 2000. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco, Embrapa Acre. Documentos, 57. 21p.
- UHLER, J. et al. 2022. A comparison of different Malaise trap types. *Insect Conservation and Diversity*. pp.1-7.
- VALLE, R. R. 2012. *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacauero*. 2a edição. Brasília, DF, CEPLAC/CEPEC/SEFIS. 688p.
- WAGNER, D. L. 2020. Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology* 65:457-480.
- WILKENING, A. J. et al. 1981. An omnidirectional flight trap for ascending and descending insects. *Canadian Entomologist* 113:453-455.
- WINK, C. et al. 2005. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 4(1):60-71.
- YOUNG, A. M. 1982. Effects of shade cover and availability of midge breeding sites on pollinating midge populations and fruit set in two cocoa farms. *Journal of Applied Ecology* 19:47-63. ●