



## ESPALHAR OU AGRUPAR - COMO DISPOR ARMADILHAS MÖRICKE PARA COLETAR MAIS ESPÉCIES E EXEMPLARES?

B.F. Santos

A.M. Tedesco; J.P.M. Hoppe; F.F. Gomes; A.P. Aguiar

Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Marechal Campos, 1468, Eucalipto, Vitória, ES, Brasil. CEP 29043 - 900.

### INTRODUÇÃO

Armadilhas Möricke estão entre as mais importantes ferramentas de trabalho utilizadas por pesquisadores de todo o mundo para a coleta de Hymenoptera (e.g. Villemant & Andrei - Ruiz, 1999), sendo também muito utilizadas na coleta de Diptera (e.g. Fast & Wheeler, 2004). Essas armadilhas consistem em bacias rasas contendo solução de água, sal e detergente, deixadas no solo por 1 - 3 dias, após o qual seu conteúdo é filtrado em uma tela e transferido para álcool 80%, para fixação e conservação.

Embora especialistas tenham noções intuitivas sobre como utilizar e o que esperar de coletas com Möricke, as técnicas adotadas são frequentemente utilizadas com base na crença geral, mesmo entre pesquisadores estabelecidos, de que variáveis ambientais e metodológicas não afetam as coletas significativamente, ou se afetam, não podem ser satisfatoriamente controladas. Existem vários estudos investigando a eficiência de armadilhas Möricke, tais como o número mínimo de armadilhas para amostragens eficientes (Lara *et al.*, 2009), a melhor cor para as bandejas e melhores sítios de disposição (Hoback *et al.*, 1999), e comparando sua performance com outras técnicas de coleta (Noyes, 1989), além de outros. No entanto, não há informações publicadas sobre o modo ideal de distribuir estas armadilhas no ambiente a ser amostrado. Enquanto alguns pesquisadores agrupam várias Möricke em vários pontos, alguns preferem uma disposição linear, com uma armadilha a cada 1 - 5 metros, mas novamente não há estudos favorecendo uma ou outra metodologia; tampouco existem informações sobre o tamanho ideal dos grupos de armadilhas, quando agrupadas, ou da distância entre uma bandeja e outra, no caso de distribuição linear.

No entanto, caso existam mesmo diferenças significativas na eficiência de coleta em função da disposição de armadilhas Möricke, então existe grande potencial de comprometimento de investigações científicas comparativas, potencialmente nocivas a estudos ecológicos e mesmo taxonômicos, e conseqüentemente para o estabelecimento de prioridades ou medidas para conservação e manejo.

### OBJETIVOS

Investigar a influência de diferentes modos de disposição de armadilhas no sucesso de captura de Hymenoptera e Diptera, e no sucesso de captura e riqueza de espécies amostradas para duas famílias representativas destas ordens: Scelionidae (Hymenoptera) e Phoridae (Diptera). A hipótese a ser testada é de que quanto mais espalhadas as armadilhas, maior a riqueza e diversidade de espécies capturadas, pois mais micro - habitats seriam amostrados.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em na Reserva Biológica de Duas Bocas (20°16'S, 40°28'W), em Cariacica, Espírito Santo, com 2.910 hectares, em altitudes que variam de 200 a 780 metros acima do nível do mar. A vegetação predominante é de Mata Atlântica Ombrófila Densa, com porções de mata primária e de áreas de mata secundária com 50 anos de regeneração.

As coletas foram realizadas durante 10 - 13.III.2009. Foram utilizadas armadilhas Möricke de 15 cm de diâmetro x 7 cm de profundidade. A cada dia, foram dispostas 480 armadilhas, totalizando um esforço amostral de 1440 dias - armadilha, distribuídas da seguinte forma: duas séries de 120 armadilhas em grupos, e duas séries de 120 armadilhas distribuídas linearmente, dispostas alternadamente. Cada série em grupos continha quatro grupos com 10 armadilhas cada (doravante Agrupado 10), dois grupos com 20 armadilhas (Agrupado 20) e um grupo com 40 armadilhas (Agrupado 40). Cada grupo foi recolhido como uma amostra. Cada série de armadilhas em linha continha 40 armadilhas separadas por 0,5 metro cada (doravante Linear 0,5 m); 40 armadilhas separadas por 1 metro cada (Linear 1 m) e 40 armadilhas separadas por 2 metros cada (Linear 2 m). Cada 10 armadilhas numa série foram recolhidas como uma amostra. Quatro amostras foram perdidas: três do dia 11 - 12.III.2009, da série Linear 2 metros, e uma do dia 12 - 13.III.2009, da série de grupos de 40 armadilhas. A correção matemática da falta destas amostras foi feita a par-

tir da combinação da média e desvio padrão das amostras da mesma série.

O material coletado foi examinado sob microscópio estereoscópio para triagem e contagem dos exemplares de Diptera e Hymenoptera. Formigas aladas foram consideradas, mas operárias foram descartadas, pois sua captura em armadilhas Möricke é influenciada pela proximidade a ninhos ou trilhas definidas pelas próprias formigas, levando a capturas acidentais com potencial de causar fortes desvios nas análises.

Todos os exemplares de Scelionidae e Phoridae obtidos foram morfoespeciados e contados, gerando uma matriz com o número de indivíduos de cada espécie em cada amostra. A influência dos diferentes modos de disposição no sucesso de captura para exemplares e espécies foi investigada a partir da análise de gráficos, com análises logarítmicas, exponenciais e polinomiais, calculadas via aplicativo Excel. Para esses cálculos, o nível de agrupamento das armadilhas foi considerado a partir de estimativa da densidade de armadilhas por metro quadrado (Linear 2 m: 0,75 armadilha/m<sup>2</sup>; Linear 1 m: 1,5; Linear 0,5 m: 3,0; Agrupado 10: 10,0; Agrupado 20: 20,0; Agrupado 40: 40,0). O nível de similaridade entre as amostras foi avaliado através dos índices de Jaccard, Sorensen e da Distância Camberra (Magurran, 2004); fenogramas de similaridade (entre as técnicas) foram construídos com base nestes índices, e um índice de dispersão (ID) calculado para cada fenograma, de tal modo que ID=0,0 indica agrupamento total de acordo com o esperado, cada técnica produzindo resultados consistentes entre si, mas totalmente diferentes para técnicas diferentes, e ID=10,0 ou mais indica dispersão total, com resultados aleatórios entre diferentes técnicas. A similaridade faunística entre as amostras e técnicas foi ainda verificada através do teste - t.

## RESULTADOS

**3.1. Exemplares de Hymenoptera.** Foram coletados 7.489 exemplares ao longo dos três dias (3.168, 2.641 e 1.680, respectivamente). Foi observado um decréscimo no número de exemplares coletados a cada dia, tanto no total geral quanto para cada modo de disposição amostrado, sugerindo que as armadilhas causam uma diminuição na densidade das respectivas populações no local. No entanto, os três dias apresentaram um padrão similar de acordo com a densidade de armadilhas/m<sup>2</sup>, seguindo uma curva polinomial de terceira potência ( $R^2=0,694 - 0,762$ ). Em todos os casos, o maior número de exemplares foi coletado pelas armadilhas Linear 2 m (2.226 exemplares); amostras Linear 1 m e Linear 0,5 m coletaram apenas 52 e 56% deste total (variando entre 47 - 65% ao longo dos dias), sem diferença significativa entre si. Do mesmo modo, amostras Agrupado 10 coletaram sempre menos exemplares do que as amostras de Linear 0,5 m e 1 m (62,5% dos exemplares, mas variando de 49 - 88% nas amostras). Amostras Agrupado 20 coletaram mais exemplares do que os grupos de 10 em todos os dias (1,35 a 1,45 vezes), havendo nova queda no número coletado em Agrupado 40. Esses resultados indicam que, para a coleta de exemplares de Hymenoptera como um todo, é fortemente

recomendável a disposição de armadilhas em distribuição linear, bastante espaçadas (2 m).

**3.1.1. Espécies de Scelionidae.** Foram coletados 2.125 exemplares ao longo dos três dias (1.087, 885, e 476, respectivamente), equivalendo a 28,4% dos Hymenoptera obtidos. Assim como para os Hymenoptera como um todo, houve decréscimo no número de exemplares ao longo dos dias, com captura de apenas 43,8% no dia 3 dos exemplares obtidos no dia 1. O sucesso de captura de acordo com o modo de disposição, no entanto, mostra um cenário complexo. Embora as armadilhas Linear 2 m sempre tenham obtido maior número de exemplares, não houve um padrão claro nos dois primeiros dias ( $R^2 \leq 0,458$ ). No terceiro dia, no entanto, houve clara tendência de declínio no sucesso de captura para armadilhas agrupadas ( $R^2=0,869$ ).

Foram observadas 57 espécies (44, 50 e 42, respectivamente, em cada dia). Análises de correlação simples entre a densidade de armadilhas e o número de indivíduos em cada espécie mostraram valores negativos para 46 espécies (-0,05 a -0,58) e positivos para 11 (0,06 a 0,48). Embora apenas como aproximação inicial, esses dados sugerem que 81% das espécies foram mais eficientemente coletadas por Möricke alinhadas do que agrupadas.

Análises de correlação polinomial de segunda potência entre número de Möricke/m<sup>2</sup> versus número de espécies coletadas mostram pouca correlação entre estas variáveis no primeiro e segundo dias de coletas ( $R^2=0,329$  e  $0,470$ ), mas clara correlação ( $R^2=0,953$ ) no terceiro dia, indicando que ao menos a partir deste dia o agrupamento interfere negativamente no número de espécies coletadas.

As análises polinomiais, em conjunto com o teste - t para cada amostra, indicam influência das coletas na fauna local de Scelionidae, de modo suficientemente forte para interferir nos resultados no terceiro dia. Do mesmo modo, o teste - t demonstra que as correlações entre as populações amostradas com cada técnica tendem a diminuir no terceiro dia: a correlação da amostra no terceiro dia é sempre reduzida em relação àquelas do primeiro ou do segundo dia, sendo que os valores entre os dias 1 e 2 são sempre maiores do que entre qualquer um deles e o dia 3. As correlações foram altamente heterogêneas, indicando portanto haver diferença entre o que cada técnica coletou.

A similaridade das amostras, em termos da diversidade que coletaram (índices de Jaccard, Baroni - Urbani e distância Camberra) indica que os Scelionidae obtidos nas amostras com armadilhas agrupadas são mais semelhantes entre estas amostras do que com amostras obtidas com disposição linear. Em outras palavras, a diversidade amostrada é diferente para essas duas técnicas, e maior para coletas com disposição linear das armadilhas. Os IDs para os fenogramas de Jaccard, Baroni - Urbani e distância Camberra foram baixos (0,83, 1,41 e 0,85, respectivamente) indicando também semelhança entre as amostras coletadas pela mesma técnica, e diferença para amostras coletadas por técnicas distintas (i.e., agrupado vs. linear).

**3.2. Exemplares de Diptera.** Foram coletados 17.276 exemplares ao longo dos três dias (5.426, 6.460 e 6.390, respectivamente). O ritmo de captura ao longo dos dias foi variável, sem padrão distinto de declínio ou aumento. Isto sugere que as armadilhas não alteram a densidade das

populações no local. Também não houve um padrão detectável de acordo com o modo de disposição. As amostras do primeiro dia seguem uma curva polinomial de terceira potência ( $R^2=0,938$ ), com tendência de redução seguido de aumento do sucesso de captura à medida que as armadilhas tornam - se mais concentradas. As curvas obtidas para os dias 2 e 3, no entanto, têm orientações conflitantes e baixo  $R^2$  (0,241 e 0,527), sugerindo que o modo de disposição não tem influência clara no número de exemplares coletados.

**3.2.1. Espécies de Phoridae.** Foram coletados 2.645 exemplares nos três dias (941, 758, e 946, respectivamente), equivalendo a 15,3% dos Diptera obtidos. As populações de Phoridae, assim como os Diptera como um todo, mantiveram - se estáveis ao longo do experimento. O gráfico do sucesso de captura de acordo com o modo de disposição, para o primeiro e terceiro dias, é uma clara parábola ( $R^2=0,742$  e  $0,969$ ), com as amostras Agrupado 40 obtendo o maior sucesso de coleta, seguidas pelas amostras Linear 2 m. No dia 2, entretanto, embora as amostras lineares e grupos de 10 e 20 tenham apresentado padrão similar aos outros dias, as amostras Agrupado 40 obtiveram o menor sucesso amostral. Este cenário ambíguo sugere que, embora grupos grandes de armadilhas possam ser importantes para a coleta de Phoridae, não há um padrão evidente sobre o modo de maximizar a coleta de exemplares.

Foram observadas 16 espécies (15, 16 e 16 em cada dia, respectivamente). Análises de correlação simples entre a densidade de armadilhas e o número de indivíduos para cada espécie mostraram valores negativos para 9 espécies (- 0,071 a - 0,451) e positivos para 7 (0,0001 a 0,558). Esses dados reforçam a idéia de que diferentes modos de disposição têm pouca influência no sucesso de captura de espécies de Phoridae.

Análises de correlação polinomial entre o número de espécies coletadas e a densidade de armadilhas revelaram um padrão muito similar nos três dias. Embora pareça haver leve tendência para a diminuição da riqueza de espécies com o agrupamento das armadilhas, a correlação não é estatisticamente significativa ( $R^2=0,457$  - 0,694).

Nos fenogramas de similaridade, os métodos de amostragem do mesmo tipo aparecem moderadamente agrupados. O nível desse agrupamento, segundo avaliado pelo índice de dispersão (IDs para Jaccard, Baroni - Urban e Canberra de 1,30, 1,16 e 0,69) sugere que as faunas amostradas pelos dois modos de disposição é essencialmente semelhante. O teste - t indicou também correlações muito altas entre os vários tipos de técnica de amostragem, indicando homogeneidade, em contraste com as correlações altamente heterogêneas para os Scelionidae.

## CONCLUSÃO

Para Scelionidae, os resultados sugerem claramente que, quanto mais espaçadas estiverem as armadilhas ao longo da trilha, mais espécies são coletadas. As médias de riqueza de espécies por dia, para as diferentes densidades de YPT, foram: Linear 2 m, 28; Linear 1 m, 27; Linear 0,5 m, 22; Agrupado 10, 21; Agrupado 20, 20; e Agrupado 40,

15. O progressivo decréscimo na riqueza de espécies à medida que se agrupam as armadilhas segue uma curva exponencial de  $R^2=0,916$ . As análises também indicam que grupos de Möricke coletam espécies e indivíduos intensivamente, abrindo um "buraco" na população local desse táxon; deste modo, nos dias seguintes, haveria significativamente menos exemplares nos arredores do grupo de armadilhas. A queda significativa no número de exemplares coletados de Hymenoptera como um todo ao longo dos dias indica que esta pode ser uma tendência geral. A distribuição linear, no entanto, parece não causar tanto impacto, mantendo um índice relativamente constante de captura de espécies. Desse modo, no terceiro dia, a diferença no desempenho das armadilhas dispostas linearmente foi drasticamente mais alta. A melhor performance das armadilhas dispostas linearmente, portanto, aparentemente não se deve à amostragem de mais micro - habitats, mas sim ao menor impacto deste modo de disposição nas populações ao redor. Isso leva a uma nova proposta para amostragem: grupos de armadilhas Möricke distribuídos linearmente. O tamanho dos grupos e a distância entre eles tem que ser calculado em função do tamanho mínimo de um grupo de Mörickes para causar o efeito "buraco", do tempo necessário para um grupo de Möricke causar esse buraco, do tempo disponível para as coletas, e do volume de mão - de - obra disponível para instalação das armadilhas. A derivação dessa disposição ideal demanda estudos mais aprofundados; na ausência de informações detalhadas, o método mais indicado é a disposição linear, com armadilhas espaçadas de dois em dois metros.

A situação é menos clara, no entanto, para os Phoridae, e aparentemente para Diptera de um modo geral. Uma vez que esse grupo parece ter populações bem maiores (e.g. 2,3 vezes mais exemplares de Diptera em relação aos Hymenoptera, neste estudo), é provável que os grupos de armadilhas utilizados não tenham sido de tamanho suficiente para causar impacto nas respectivas populações. Talvez por isso, o modo de disposição das armadilhas não teve influência clara no número de exemplares coletados. Para a amostragem de espécies, houve uma tendência leve mas constante de redução no número de espécies coletadas com o agrupamento das armadilhas. As médias de riqueza de espécies por dia, neste caso, foram: Linear 2 m, 11; Linear 1 m, 11; Linear 0,5 m, 11,7; Agrupado 10, 10,7; Agrupado 20, 9,7; e Agrupado 40, 8. Este decréscimo seguiu uma tendência linear ( $R^2=0,941$ ), com queda de 0,09 espécies coletadas a cada aumento de densidade de 1 armadilha/1 m<sup>2</sup>. Embora seja uma proporção pequena, deve - se considerar que nem todos os grupos de Diptera (ou Phoridae) são necessariamente muito comuns. Subgrupos menos abundantes (e.g. algumas famílias de Diptera ou certos gêneros ou espécies de Phoridae) poderiam, em tese, sofrer os mesmos efeitos produzidos pelo agrupamento de armadilhas nos Scelionidae. A regra geral parece ser a de que, quanto mais abundante é o grupo que se pretende coletar, menor será o potencial dos grupos de armadilhas de produzirem um "buraco" populacional, e menor será a influência dos diferentes modos de disposição no sucesso de captura.

(Agradecimentos: Adriana C. B. Ramos auxiliou no trabalho de campo. Fabiano Novelli prestou auxílio logístico

durante as coletas. Primeiro e segundo autores são bolsistas de mestrado da CAPES; o terceiro autor é bolsista de Iniciação Científica PIBIC/Petrobras.)

## REFERÊNCIAS

Fast, E., Wheeler, T.A. Faunal inventory of Brachycera (Diptera) in an old growth forest at Mont Saint - Hilaire, Quebec. *Faberies* 29(1): 1 - 15. 2004.

Hoback, W.W, Svatos, T.M., Spomer, S.M., Higley, L.G. Trap color and placement affects estimates of insect family - level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Ent. Exp. Appl.* 91(3): 393 - 402. 1999.

Lara, R.I.R., Periotto, N.W., Ramiro, Z.A. Número mínimo de armadilhas de Möericke em amostragem de himenópteros parasitóides na cultura da soja *Glycine max* (L.) Merrill. *Arq. Inst. Biol.* 76(1):55 - 59. 2009.

Magurran, A.E. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 2004.

Noyes, J.S. A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasitica. *Jour. Nat. Hist.* 23: 285-298. 1989.

Villemant, C., Andrei - Ruiz, M.C. Diversity and spatial distribution of parasitoid hymenoptera in the green oak forest of the Fango valley (Corsica). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 35(Suppl.): 259 - 262. 1999.