



Pós-Graduação
ZOOLOGIA
MPEG/UFPA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ/MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
DOUTORADO EM ZOOLOGIA**

**Efeito das paisagens modificadas por práticas agrícolas sobre
a composição e estrutura das assembléias e espécies de
Drosophilidae (Diptera)**

Ivaneide da Silva Furtado

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zoologia, Nível Doutorado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zoologia.

Orientadora: Dra. Marlúcia Bonifácio Martins

Belém-Pará
2014

Ivaneide da Silva Furtado

Efeito das paisagens modificadas por práticas agrícolas sobre a composição e estrutura das assembléias e espécies de Drosophilidae (Diptera)

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zoologia

Dra. Marlúcia Bonifacio Martins

Orientadora

Museu Paraense Emílio Goeldi

Dra. Blanche Bitner-Mathé

Titular

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dr. Bruno Spacek

Titular

Universidade Federal do Pará

Dr. Leandro Valle

Titular

Museu Paraense Emílio Goeldi

Dr. Rogério da Silva

Titular

Museu Paraense Emílio Goeldi

Dra. Rita de Cássia

Suplente

Universidade Federal do Pará

Dr. Fernando Carvalho

Suplente

Museu Paraense Emílio Goeldi

Dedicatória

*À minha família, que
através de seus ensinamentos me
estimulou e ajudou a chegar até
aqui.*

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de expressar minha admiração e gratidão pela Marlúcia Martins, minha orientadora, fonte de inspiração pelo seu amplo conhecimento, em ecologia, evolução, conservação, biodiversidade, drosófilas, e sempre pronta a compartilhar, obrigada pelo direcionamento nos estudos com as drosófilas. Obrigada pela confiança depositada em mim quando cheguei ao seu laboratório. E ainda pelas vezes em que abriu mão de seu descanso (inclusive em feriados, e não foram poucos), para orientar-me e por fim, ajudar-me com os ajustes finais neste estudo. A ela, que passou de orientadora a grande amiga, o meu muito obrigada, Marlúcia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi;

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudo durante todo o curso;

Aos amigos do Laboratório de ecologia de “incertos”. Começando pelos de longa data,

Ao Pena, amigo para qualquer hora e que não mede esforços para que o trabalho aconteça e as festinhas também.

A Luzanira, pessoa importante na jornada deste doutorado, me auxiliou na preparação das asas e que sempre demonstrou preocupação e grande amizade por mim.

Rosângela e Zé com quem dividi inúmeros momentos de aprendizado e cooperação. Não há palavras para expressar a minha gratidão pela constante amizade e ajuda nos momentos que compartilhamos nessa vida.

Estendendo ainda a Joana, Catarina, Alessandra Azevedo, Alessandra Lopes, Leda, Henrique, Rafael, Ian, Leo, Ana Luisa, Emily e Bianca. Espero não ter esquecido ninguém.

Sem esquecer a Rita pelas esticadas no laboratório entre trabalho intercalado por lanches.

Ao sempre prestativo e amável Hermes Schmidt na sua passagem pelo laboratório contribuiu muito com seu conhecimento com as drosófilas.

As amigas que encontrei no doutorado.

A Regiane, eterna gratidão pela atenção nos momentos em que me socorreu com as análises e a Laura.

Pelos momentos de descontração, obrigada a alegre Rafa.

E especialmente as minhas inseparáveis companheiras Nárgila e Taty num compromisso que nos uniu nas horas tanto de tristeza como de alegria, de desespero como de alívio. Muito bom saber que temos umas as outras nessa caminhada tão árdua, mas por fim tão recompensadora.

Obrigada a Dra. Blanche-Matche e seus alunos por me receber tão carinhosamente em seu laboratório na UFRJ. Em especial ao Daniel Mattos pela ajuda com o método da elipse.

A Dra. Flavia Krsticevic pelas considerações na versão final desta Tese

A minha família. Meus pais João (†) e Albertina, meus irmãos (ãs) Alcides, Elizete, Ivanete, Elizabeth, Evanildo, João, Eliete e Ivete. Aos meus sobrinhos (as), cunhados (os), cujos nomes aqui se tornam difícil enumerar, mas que também foram importantes. Agradeço muito pelo constante apoio e por vocês serem meu porto seguro. Mesmo em minhas ausências pelo trabalho

sempre os carrego em meu coração. Vocês são tudo em minha vida, representam o equilíbrio que preciso para seguir lutando e acreditando em minhas conquistas.

Especialmente a Mayara, minha filha, que agora já crescida entendeu minha constante ausência em sua vida, que representaram perder alguns momentos importantes do seu desenvolvimento, no entanto que decorreu em função de buscar o melhor para nós. E que neste momento não precisou mais colocar o dedo na tomada para ter a minha atenção, TE AMO minha filha.

Finalmente agradeço a Deus, pai supremo e razão de tudo. Por ele me foi concedido tudo que acima citei.

*“Um caminho de mil quilômetros
começa com o primeiro passo.”*

Lao Tzu

Resumo

A Floresta Amazônica sustenta a maior diversidade biológica do mundo. Ocupa mais de 40% do território brasileiro. Nos últimos anos as taxas de perda florestal e degradação da Amazônia aumentaram consideravelmente, como resultado da expansão agrícola, criando um mosaico de paisagens altamente modificadas. Estas mudanças colocam em perigo tanto a biodiversidade como os serviços ecossistêmicos associados, além de provocar forte perturbação sobre as espécies. Efeitos de estresse podem resultar em alterações fisiológicas que se refletem em diferenciação morfológica entre as populações remanescentes, que agora ocupam a nova paisagem. O objetivo deste trabalho foi testar o efeito de alguns tipos de uso da terra sobre a assembléia de drosofilídeos frugívoros e sobre a morfologia da asa de quatro espécies (*Drosophila malerkotliana*, *D. paulistorum*, *D. willistoni* e *Scaptodrosophila latifasciaeformis*) presentes em áreas originalmente florestais que se transformaram num mosaico de paisagem, que apresentam fragmentos florestais, vegetação sucessional e zonas de cultivos. O primeiro estudo foi desenvolvido com dados de três localidades que apresentavam áreas de floresta manejada e agrícolas, o segundo abrangeu dados de seis localidades, três áreas agrícolas e três áreas de floresta preservada. As coletas foram realizadas de forma padronizada, com armadilhas dispostas ao longo de transecção abertos nos usos de terra predominantes nas áreas de estudo. Nossos resultados mostraram que a análise de riqueza de espécies não diferiu entre os diferentes tipos de uso da terra, mas a distribuição de abundância e composição de espécies foram claramente distintas entre os usos agrícolas intensivos e os sistemas florestais. A cobertura florestal e umidade relativa do ar foram as variáveis determinantes da distribuição das espécies. Os usos agrícolas foram dominados por espécies cosmopolitas não nativas associadas a áreas mais abertas. Constatou-se diferenciação morfológica entre os indivíduos capturados nas localidades de floresta preservada e nas áreas de usos agrícolas, independentemente da espécie. Surpreendentemente os indivíduos capturados nas florestas foram menores em relação aqueles capturados nos tipos de uso mais intensivo. Estes resultados mostram os

efeitos da mudança da paisagem sobre as populações remanescentes de espécies nativas indicando a amplitude das mudanças quantitativas e qualitativas sobre o conjunto de espécies. No entanto a manutenção de porções florestais nas áreas de uso agrícola pode beneficiar a permanência das espécies nativas nestas paisagens.

Abstract

The Amazon Rainforest holds the largest biodiversity in the world. It occupies more than 40% of the Brazilian surface. In recent years the rates of forest loss and degradation of Amazonia have considerably increased as a result of agricultural expansion, creating a mosaic of highly modified landscapes. These changes endanger both biodiversity and ecosystem services associated with it, besides causing severe stress on the species. Effects of stress can result in physiological changes that are reflected in morphological differentiation among remnant populations, which now occupy the new landscape. The objective of this study was to test the effect of some types of land use on the assembly of frugivorous Drosophilidae and on the morphology of some species originally settled within the forest areas that have become a patchwork landscape containing forest fragments, ecological succession and crop zones. The first study was conducted in three agricultural villages and the second within six locations, including three preserved forest areas. Sampling was performed in a standardized manner, with traps placed along the established transects on the use of predominant land within the area of study. Our results showed that the richness of the species did not differ between different types of land use, but the distributions and abundances of the species' composition were clearly distinct between intensive agricultural uses and forest systems. The forest's coverage and the relative humidity were the variables determining the distribution of the species. The agricultural uses were characterized by cosmopolitan non-native species associated with more open areas. There were found morphological differences between the individuals caught in the areas of preserved forest and agricultural use zones, regardless of the species. Surprisingly, the number of individuals captured in the forests was always lower compared to those captured in the more intensive types of use. These results show the effects of landscape mutation on the remaining populations of native species, indicating the range of quantitative and qualitative alterations on the set of species. However, the maintenance of the forest patches on areas of agricultural use can benefit the permanency of native species in these landscapes.

Lista de figuras

Figura 1.1. Mapa delimitando a área do arco do desmatamento	2
Figura 1.2. Área de pastagem na localidade Palmares, no município de Parauapebas-PA. A) área de pasto com arvores de babaçu B) área de pastagem	4
Figura 1.3. Exploração de madeira na localidade de Palmares (A). Tipo de transporte de madeira (B)	5
Figura 2.1. Mapa dos municípios sede onde está localizado as áreas de coleta, delimitado no mapa Pará-Brasil. Ao lado as imagens de satélite das áreas onde estão situados os assentamentos agrícolas. Nova Ipixuna - Maçaranduba, Pacajá – Pacajá e Parauapebas – Palmares	23
Figura 2.2. Riqueza estimada (Jackknife) de espécies de drosofilídeos nos diferentes tipos de uso da terra	28
Figura 2.3. Relação entre o número total de espécies e a quantidade total de floresta em cada localidade de estudo	28
Figura 2.4. Abundância de drosofilídeos nos diferentes tipos de uso da terra	29
Figura 2.5. Ordenação das espécies de drosofilídeos considerando todos os tipos de uso da terra	30
Figura 2.6. Co-inercia entre a comunidade de drosofilídeos e as variáveis ambientais (AbDos - abertura de dossel; Temp – temperatura; AbertSB - abertura de sub-bosque e Umid - Umidade). Na PCA das espécies, podemos observar a distribuição dos drosofilídeos em relação aos dois componentes principais. Enquanto a segunda PCA mostra a contribuição das variáveis ambientais na distribuição das espécies de	

drosofilídeos. relacionada com a comunidade de drosofilídeos	32
Figura 2.7. Co-inercia entre a assembléia de drosofilídeos e as variáveis ambientais (AbDos - abertura de dossel; Temp – temperatura; AbertSB - abertura de sub-bosque e Umid - Umidade) nas três localidades: Maçaranduba, Pacajá e Palmares.	33
Figura 2.8. Co-inercia entre a assembléia de drosofilídeos e as variáveis da paisagem. $RV=0.012$, $p=0.57$	33
Figura 2.9. Co-inercia entre a assembléia de drosofilídeos e as variáveis da paisagem nas três localidades Maçaranduba, Pacajá e Palmares	34
Figura. 3.1. Mapa do Pará delimitado no mapa do Brasil, mostrando os municípios sede onde estão localizadas as áreas de coleta. Portel - Caxiuanã, Juruti- ALCOA, Belém - Mocambo, Nova Ipixuna - Maçaranduba, Pacajá – Pacajá e Parauapebas – Palmares	53
Figura 3.2. Armadilha específica para captura de drosofilídeos	56
Figura 3.3. Asa de drosofilídeos esquematizando uma elipse ajustada ao seu contorno. Em destaque em vermelho os parâmetros melhor correlacionados ao PC1 (tamanho) e em verde com PC2 (forma)	61
Figura 3.4. PCA indicando a relação dos ângulos que definem a posição das veias longitudinais para as quatro espécies, para definição do formato da asa	62
Figura 3.5. Resultado da co-inercia entre os parâmetros que determinam o tamanho da asa de drosofilídeos e as variáveis ambientais	63
Figura 3.6a. Variação no tamanho e forma dos indivíduos entre os tipos de uso da terra e sistemas de uso da terra	65
Figura 3.6b. Variação no tamanho e forma dos indivíduos entre os tipos	

de uso da terra e sistemas de uso da terra	66
Figura 3.6c. Variação no tamanho e forma dos indivíduos entre os tipos	
de uso da terra e sistemas de uso da terra	67
Figura 3.6d. Variação no tamanho e forma dos indivíduos entre os tipos	
de uso da terra e sistemas de uso da terra	68

Lista de tabelas

Tabela 2.1. Principais características da paisagem nas áreas de estudo	23
Tabela 2.2. Valores estatísticos da PERMANOVA nas comparações aos pares para a composição de espécies nos diferentes tipos de uso da terra	30
Tabela 2.3. Valores da similaridade (PERMANOVA) encontrada entre e dentro dos tipos de uso da terra	31
Tabela 2. 4. Valores das correlações de Pearson entre as métricas de paisagem e a comunidade de drosofilídeos (tamanho do fragmento (TA), porcentagem de terra (PD), quantidade de borda no fragmento (ED), riqueza de mancha (PR), densidade de riqueza da terra (PRD) e formato do fragmento (SHDI).	34
Tabela 3.1. Principais características da paisagem nas áreas de estudo	55
Tabela 3.2. Número de indivíduos utilizados nas análises morfométrica por sistema de usos	57
Tabela 3.3. Valores percentuais encontrados da variação dos parâmetros nos dois principais eixos, para cada espécie de drosofilídeos	60
Tabela 3.4. Autovalores dos PCs obtidos da matriz de correlação dos parâmetros das asas, para as quatro espécies de drosofilídeos	60
Tabela 3.5. Resultado da ANOVA para as quatro espécies de drosofilídeos, levando em consideração os parâmetros que determinam o tamanho e forma da asa (SIZE e SHAPE) e a relação com os elementos da paisagem	64

Sumário

Dedicatória	III
Agradecimentos	IV
Epígrafe	VII
Resumo	VIII
Abstract	X
Lista de figuras	XI
Lista de tabelas	XIII
Introdução geral	1
1. Amazônia	1
2. Mudanças no uso da terra	2
3. O papel das florestas na manutenção da biodiversidade	5
4. Os drosofilídeos	7
5. Asas de drosofilídeos como parâmetro para estudo de morfometria	8
6. Projeto Biodiversidade da Paisagem Amazônica - AMAZ_BD	9
7. Objetivos	10
8. Estrutura da Tese	11
9. Referências bibliográficas	13
Capítulo 1: Intensificação no uso da terra e os impactos sobre a assembléia de Drosophilidae (Diptera)	19
Resumo	19
1. Introdução	20
2. Material e métodos	21
2.1. Área de estudo	21
2.2. Amostragem de drosofilídeos	24

2.3. Identificação dos drosofilídeos	25
2.4. Análise de dados	25
3. Resultados	26
4. Discussão	35
5. Conclusão	39
6. Referências bibliográfica	40
Capítulo 2: Perda de florestas na Amazônia altera o tamanho de drosofilídeos (Diptera: Drosophilidae)	48
Resumo	48
Introdução	50
Material e métodos	51
Área de coleta	51
Amostragem das variáveis ambientais	55
Amostragem de drosofilídeos	55
Caracterização morfométrica das espécies de drosofilídeos	56
Medida das asas	56
Análise de dados	58
Resultados	59
Discussão	69
Conclusão	72
Referências bibliográficas	73
Considerações finais	77
Apêndices	81

Introdução geral

1. Amazônia

Nos últimos anos o crescimento das atividades agrícolas nos sistemas naturais tem sido considerado como um processo dinâmico e devastador para as florestas tropicais (Fearnside, 1982; 2008; Diniz et al. 2009; Newbold et al. 2013), culminando na formação de paisagens altamente heterogêneas.

As atividades agrícolas têm causado elevados níveis de desmatamento nas florestas no mundo inteiro, com cerca de 13 milhões de hectares/ano de floresta desmatada. Das áreas desflorestadas, 90% estão distribuídas em uma ampla variedade de usos da terra, e somente 10% estão presentes na forma de plantações e sistemas agro-florestais (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, 2006).

Os impactos ambientais oriundos das atividades agrícolas podem estar relacionados ao crescimento da população humana (Brown & Pearce, 1994), que poderá atingir cerca 9,3 milhões até o ano de 2050 (Godfray, 2011; Newbold et al. 2013). Este crescimento exercerá uma pressão, sem precedentes, para o aumento na produção de alimentos que pode direcionar o volume da produção agrícola e as indústrias extrativistas (Parry et al. 2010).

Na Amazônia esse processo é relativamente recente e foi impulsionado pelo governo nas décadas de 1960 e 1970, por meio de incentivos fiscais para a ocupação e integração da população Amazônica ao mercado de produtos agrícolas (Celentano & Veríssimo, 2007). Em pouco mais de três décadas este processo elevou a taxa de desmatamento de

0,5% do território da floresta original para quase 17%, atingindo cerca de 700 mil quilômetros quadrados até 2006 (Celentano & Veríssimo, 2007). Entre os anos de 2009 e 2012 foi registrada uma considerável diminuição na taxa anual de desmatamento, porém voltando a crescer no ano seguinte (INPE 2013).

Este cenário de desmatamento e intensificação das atividades agrícolas na Amazônia é observado principalmente no “arco do desmatamento”, ao longo das bordas sul e leste da Amazônia (Figura 1.1), onde a matriz do habitat é constituída por paisagem predominantemente desflorestada com a presença de fragmentos florestais (Fearnside, 2005).

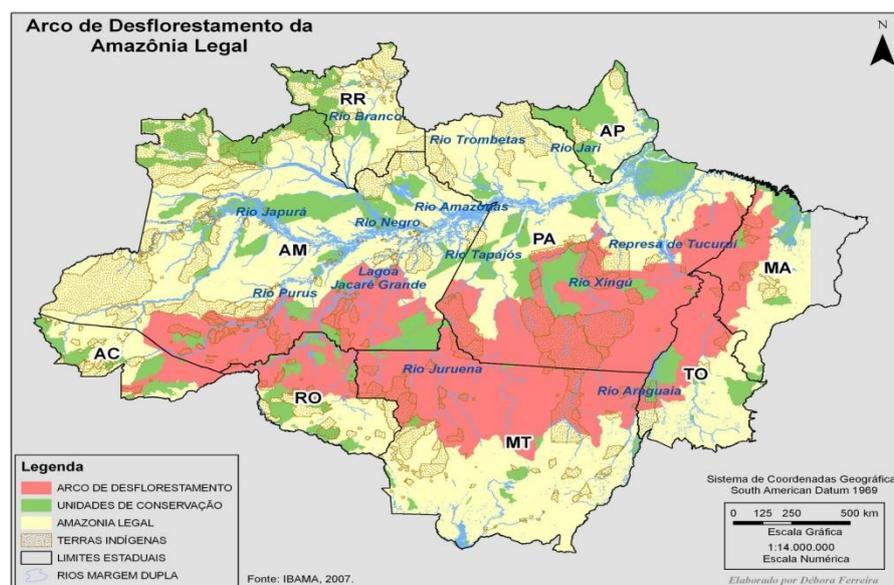


Figura 1.1. Mapa delimitando a área do arco do desmatamento (<https://www.google.com.br/> 29/10/2014)

2. Mudanças no uso da terra

Várias atividades têm contribuído para a alteração na paisagem da Amazônia, que podem se diversificar entre as várias localidades e ao longo do tempo. Geralmente, os grandes e médios fazendeiros respondem pela

maior parte do desmatamento e, em menor proporção, os pequenos agricultores que podem atuar como forças importantes nos lugares onde estão concentrados (Fearnside, 1993; 2006; Chomitz & Thomas, 2000; Walker *et al.*, 2000).

A pecuária é a atividade que mais têm contribuído para o crescimento econômico do Brasil nos últimos anos. Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 1990 e 2005 o rebanho bovino brasileiro teve um acréscimo de cerca de 40%, e grande parte ocorreu na Amazônia. Esta atividade também é considerada como a principal causa do desmatamento na Amazônia (Arima *et al.* 2005) (figura 1.2).

Estimativas apontam que até 2010 o desmatamento da Amazônia legal foi destinado em cerca de 70% para a criação de áreas de pastagem (Terra Class, 2010). Esta atividade contribui com aproximadamente 44% das emissões de gases-estufa através da queimada da terra para limpeza do solo antes do estabelecimento da pastagem (Chiaretti, 2009). O uso intensivo, a degradação do solo provocada pela alta pluviosidade na região somada a baixa fertilidade da terra, pode induzir ao abandono dessas áreas de pastagem (Arima *et al.* 2005). O abandono da terra leva ao crescimento de vegetação secundária em vários estágios de desenvolvimento (Vieira *et al.* 2008). A manutenção das novas formações vegetais pode ser considerada como refúgio para as espécies florestais e garantir sua persistência em paisagens modificadas (Chazdon, 2009; Gardner, 2010).

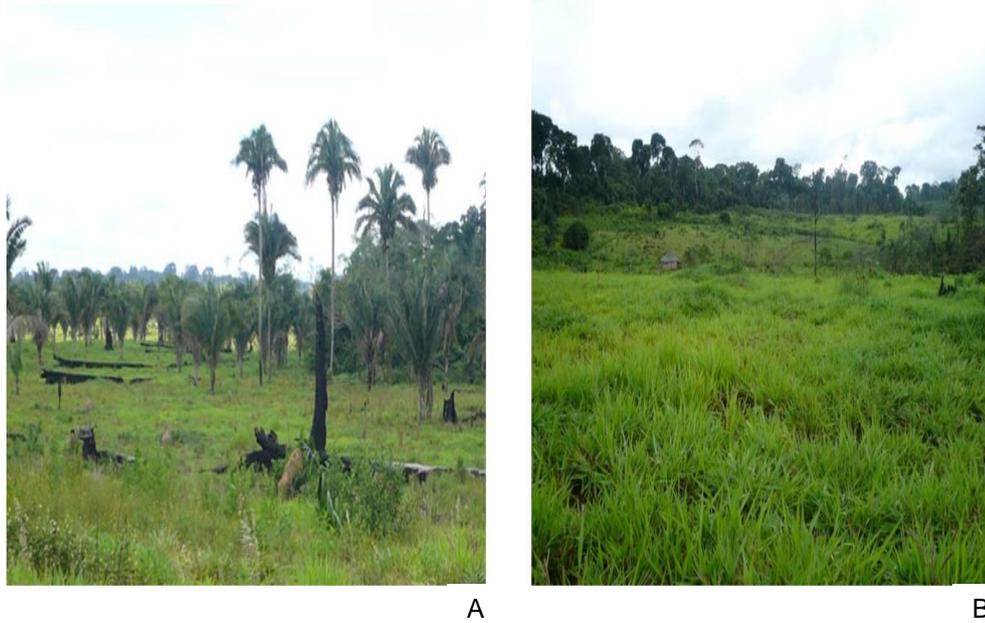


Figura 1.2. Área de pastagem na localidade Palmares, no município de Parauapebas-PA. A) área de pasto com árvores de babaçu B) área de pastagem (J. Oszwald)

A atividade madeireira não produz a perda total da floresta como a criação das pastagens, mas altera a estrutura da floresta pelos danos causados com a derrubada das árvores para comercialização, como o mogno (Agência Brasil, 2008), o que leva a abertura de grandes clareiras na floresta (Asner et al. 2004) (figura 1.3). A exploração predatória de madeira contribuiu para abertura de milhares de quilômetros de estradas não oficiais em terras públicas, contribuindo com o desmatamento e estimulando ocupação de novas fronteiras por agricultores e fazendeiros (Greenpeace, 2001).



A



B

Figura 1.3. Exploração de madeira na localidade Palmares (A) (J. Oszwald). Tipo de transporte de madeira (B).

3. O papel das florestas na manutenção da biodiversidade

A conservação da floresta permite a redução da compactação e erosão do solo pela atenuação do impacto da água da chuva através de suas copas (Castro et al. 1996). A retirada da cobertura vegetal influencia no aumento dos níveis da radiação solar, da temperatura, da disponibilidade de luz (Pite & Avelar, 1996), dos ventos. Por outro lado leva à diminuição dos recursos alimentares e da umidade local. Esse conjunto de alterações torna o ambiente propício à ocorrência de incêndios que podem devastar vários hectares de mata (Primack & Rodrigues, 2001).

O manejo da terra está sendo considerado como uma das principais ameaças à diversidade biológica (Golden & Thomas, 1999), que pode influenciar na composição local de inúmeros táxons (Mesquita et al. 1999; Gascon et al. 2000; Sizer et al. 2000). A alteração na composição dos táxons ao longo de um gradiente de ocupação humana (Valente et al. 1989) pode

resultar na diminuição da densidade e diversidade de uma vasta quantidade de organismos que são expostos a novos fatores ecológicos e ambientais, e à alteração na dinâmica populacional de algumas espécies (Wilcox & Murphy, 1985; Malcolm, 1994; Laurance, 1999). Além de culminar em alterações significativas na estrutura, comportamento e desenvolvimento das espécies remanescentes nos novos habitats (Gascon et al. 2000).

A substituição da floresta por áreas agrícolas favorece a invasão e manutenção de espécies exóticas (Laurance, 1990), em geral cosmopolitas, que podem trazer sérias conseqüências à estabilidade das comunidades nativas. As espécies exóticas podem interferir nas interações biológicas e reduzir o tamanho das populações nativas na comunidade (Valiati, 2006), passando a ser mais abundantes (Avondet et al. 2003), primeiramente em áreas desmatadas circundantes e posteriormente colonizando os fragmentos, dado a disponibilidade dos recursos dentro da floresta (Primack & Rodrigues, 2001).

A intensidade de invasão das comunidades por espécies exóticas está diretamente relacionada ao tipo de uso da terra no entorno da floresta, que é determinante para o nível de alteração na composição dessa fauna (Diamond & Case, 1986). Os efeitos observados na biodiversidade das áreas florestais são tanto mais drásticos quanto menor é a cobertura de vegetação na área do entorno (Barretta et al. 2005). Este fato é observado quando comparamos áreas de pastagens e áreas de agricultura ou com vegetação secundária,

4. Família Drosophilidae

É caracterizada por organismos muscoformes, de tamanho pequeno (1,0 - 6,0 mm), são diversos, amplamente distribuídos no mundo inteiro, sendo reportado em cada uma das cinco regiões zoogeográficas, com exceção da região ártica (Patterson *et al.*, 1949). Seus membros são encontrados desde o nível do mar até grandes altitudes, de regiões tropicais até regiões temperadas (Throckmorton, 1975). Os drosofilídeos frugívoros compõem a maioria das espécies conhecidas da Região Neotropical, possuindo mais de 4. 100 espécies descritas, onde 90% das espécies pertencem ao gênero *Drosophila*. Porém suas espécies não se distribuem uniformemente, a maioria delas concentra-se nas florestas úmidas, que é o seu habitat preferencial e seu centro de grande abundância (Throckmorton, 1975; Martins, 1987).

Os drosofilídeos são moscas bastante sensíveis a pequenas variações nos elementos do clima, como o aumento da temperatura, baixa umidade e alterações qualitativas e quantitativas nos recursos naturais (Martins, 1987; 2001). O contato entre faunas exóticas pode inicialmente aumentar a riqueza local, mas com o tempo, as interações competitivas podem levar a extinção de espécies residentes. Este efeito pode ser mais ou menos intenso de acordo com o nível de susceptibilidade das espécies às alterações do habitat (Martins, 2001). As extinções podem ocorrer até que se estabeleça um novo equilíbrio ecológico (Wink *et al.* 2005).

A maioria dos estudos realizados na região neotropical, com assembléias de drosofilídeos de áreas florestais está direcionada às espécies atraídas por frutos em decomposição. A variação temporal, qualidade e quantidade de recursos naturais disponíveis no ambiente podem promover a coexistência de espécies com características de história de vida diferenciada (Martins, 2001), assim como influenciar na variação dos padrões de crescimento populacional, por meio de mecanismos dependentes da densidade (Bryant & Turner, 1978; Black IV & Krafur, 1986; Sevenster & Van Alphen, 1993; Atkinson & Sibly, 1997).

A limitação de recursos tróficos durante a fase larval, principalmente por pressão competitiva, pode diminuir o valor adaptativo dos indivíduos, refletindo nas características do adulto, como fecundidade, longevidade e tamanho, ou inviabiliza o desenvolvimento do indivíduo (Sevenster & Van Alphen, 1993).

Variações nutricionais, temperatura, densidade populacional, presença de substâncias poluentes e fragmentação de habitat, são fatores que podem afetar diretamente a estabilidade das espécies de Drosophilidae (Moller & Swaddle, 1997), quanto ao seu padrão de desenvolvimento, morfologia, fisiologia e comportamento. Estes fatores são importantes frente à distribuição e abundância das espécies dentro de uma comunidade local (Pétavy et al. 2004; David et al. 2005). A baixa tolerância à variação que ocorre no ambiente pode ser determinada por fatores genéticos, fruto de seleção natural durante um longo período evolutivo.

A pressão de algum tipo de estresse ambiental pode causar alterações fenotípicas no indivíduo submetido a estas condições (Costa, 2008). O efeito da perturbação ambiental pode ser detectado nas populações de drosofilídeos através de parâmetros morfológicos, como o tamanho e forma da asa. Esses parâmetros representam alvos diretos da seleção natural e refletem diretamente a adaptabilidade do organismo ao ambiente (Noach et al. 1997; De Moed et al. 1997; Bitner-Mathé & Klaczko, 1999; Hoffmann *et al.*, 2005).

5. Asas de drosofilídeos como parâmetro para estudo de morfometria

A asa de *Drosophila* é considerada um bom caráter para se estudar variação intra e inter populações; diversos estudos mostram que é uma estrutura que responde à seleção natural (Coyne & Beecham, 1987; Bitner-Mathé & Klaczko, 1999). Vários fatores contribuem para que a asa seja o órgão mais utilizado em estudos do tamanho e forma em diferentes espécies de *Drosophila*. Sua alta correlação com o tamanho geral do corpo e sua bidimensionalidade permite maior facilidade de medida da asa que outras estruturas corporais; além disso, a asa não varia com a idade adulto, ou seu estado reprodutivo (Kennington et al. 2003). Também os detalhes de seu desenvolvimento são bem compreendidos e os padrões de venação são altamente conservados, possibilitando a identificação de vários *landmarks* (pontos de referência) no plano da asa (Roth & Mercer, 2000), que são homólogos entre indivíduos da mesma espécie ou diferentes espécies (Debat et al. 2003).

6. Projeto Biodiversidade da Paisagem Amazônica - AMAZ_BD

Este projeto (AMAZ) foi um consórcio que envolveu 16 unidades de pesquisa com reconhecimento nacional e internacional; teve como objetivo principal preencher lacunas nas dimensões socioeconômica e ecológicas para conservação da biodiversidade em diferentes cenários de usos da terra, usando indicadores da biodiversidade. O objetivo de descrever a relação entre a estrutura da paisagem e a biodiversidade foi entender como reduzir os processos de degradação dos recursos naturais e melhorar a qualidade de vida das populações rurais na região amazônica através da manutenção dos serviços ambientais.

O AMAZ foi um projeto experimental que apresentou abordagens multidisciplinares e metodológicas inovadoras, sendo um dos pioneiros na exploração estatística e modelagem das relações entre processos socioeconômicos, paisagem e biodiversidade. Estes parâmetros foram utilizados como unidades funcionais hierarquicamente organizadas através de múltiplas escalas espaciais que interagem dentro e entre os tipos de ambientes considerados neste projeto.

O projeto AMAZ foi desenvolvido em duas regiões amazônicas (Brasil e Colômbia), que apresentam paisagens com características distintas de histórico de ocupação humana.

As localidades de estudo no Brasil estão situadas no Estado do Pará, distantes entre si no mínimo de 100 km (Maçaranduba, Pacajá e Palmares). São caracterizadas pela ocupação relativamente recente por pequenos agricultores com situações sócio-econômicas bem distintas. Esses

agricultores praticam agricultura de subsistência ou para abastecer o mercado local. O presente projeto enfoca os estudos realizados na Amazônia brasileira buscando identificar os padrões locais e regionais que afetam a diversidade dos organismos focais deste estudo, os drosofilídeos.

7. Objetivo geral

Este estudo tem objetivo de testar o efeito da atividade antrópica sobre a estrutura de assembléias de Drosophilidae frugívoros a fim de obter subsídios para entender aspectos relacionados à mudança na estrutura da assembléia desses organismos.

7.1 Objetivos específicos

3.1. Testar a influência das mudanças no uso da terra sobre a riqueza, abundância e composição da assembléia de drosofilídeos frugívoros. Com o intuito de verificar se a assembléia de drosofilídeos muda entre os ambientes, enquanto a riqueza e abundância diminuem com a intensificação no uso da terra.

3.2. Testar o efeito do estresse provocado pela substituição da floresta por uso agro florestais sobre a morfologia de quatro espécies de drosofilídeos, com o intuito de verificar se o tamanho e a forma dos indivíduos capturados em ambientes modificados diferem daqueles provenientes de habitats florestais preservadas, originando indivíduos menores. Além de testar a existência de diferenças morfológicas graduais de efeito do manejo entre tipos de usos diversos sobre as populações.

8. Estrutura da tese

Esta tese está organizada em dois capítulos elaborados na forma de artigos, com informações sobre a resposta dos drosofilídeos aos diferentes tipos de uso da terra, uma introdução geral e considerações finais.

A introdução geral apresenta os objetivos guias da tese. Os capítulos I e II foram escritos na forma de artigos científicos, de forma que alguns elementos, como, os materiais e métodos podem, naturalmente, se repetir e conter informações já citadas, o que facilitará a compreensão de cada capítulo individualmente, sem a necessidade de retornar a uma seção específica para materiais e métodos para avaliação de alguma informação relevante. O capítulo I tem como objetivo analisar aspectos gerais do padrão de riqueza e diversidade da assembléia de drosofilídeos em diferentes tipos de uso da terra na Amazônia brasileira, que implicam em diferentes alterações no ecossistema. O capítulo II analisa a variabilidade morfológica de quatro espécies de drosofilídeos em função dos diferentes tipos de uso da terra.

Considerações finais

Apêndices:

Apêndice 1. Contém a lista de espécies de drosofilídeos e o número de indivíduos por tipo de uso da terra.

Apêndice 2. Artigo resultante deste projeto já submetido.

Apêndice 3. Normas para publicação nas revistas escolhidas

9. Referências bibliográficas

- Agência Brasil. Extração de madeira desmata menos que agropecuária. 2008. Disponível em: http://www.malima.com.br/amazonia/blog_comento.asp?blog_id=70. Acessado em 20/04/2013.
- Arima, E.; Barreto, P. & Brito, M. 2005. Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação ambiental. *Belém: Imazon*. 76 p.
- Asner, G.P.; Keller, M.; Pereira, Jr. R.; Zweede, J.C.; & Silva, J.N. 2004. Canopy damage and recovery after selective logging in Amazonia: Field and satellite studies. *Ecological Applications*. 14: 280-298.
- Atkinson, D. & Sibly, R.M. 1997. Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. *Trends Ecology Evolution*. 12: 235–239.
- Avondet, J.L.; Blair, R.B.; Berg, D.J. & Ebbert, M.A. 2003. *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) Response to Changes in Ecological Parameters Across an Urban Gradient. *Entomological Society of America*. 32: 347-358.
- Baretta, D.; Santos, J.C.P.; Figueiredo, S.R. & Klauberg-Filho. O. 2005. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no planalto sul catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 29: 715-724.
- Black IV, W.C. & Krafur, E.S. 1986. Geographic variation in house fly size: adaptation or larval crowding?. *Evolutio*. 40: 204-206.
- Brown, K. & Pearce, D.W., editors. 1994. *The causes of tropical deforestation: the economic and statistical analyses of factors giving rise to the loss of the tropical forests*. University College London Press, London.
- Castro, C.R.T.; Leite, H.G., & Couto, L. 1996. Sistemas silvipastoris no Brasil: Potencialidades e entraves. *Revista Árvore*. 20: 575-582.
- Celentano, D. & Veríssimo, A. 2007. *O avanço da fronteira na Amazônia: do boom ao colapso*. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), Belém, PA. Disponível em: <http://www.imazon.org.br>. Acessado em 22/08/2009.

- Chazdon, R.L.; Peres, C.A.; Dent, D.; Sheil, D.; Lugo, A.E.; Lamb, D.; Stork, N.E. & Miller, S.E. 2009. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conservation Biology*. 23: 1406–1417.
- Chiaretti. *Pecuária na Amazônia*. 2009. Disponível em: <http://www.portaldomeioambiente.org.br>. Acessado dia 28/08/2009.
- Chomitz, K.E.; Thomas, T.S. 2000. *Geographic Patterns of Land Use and Land Intensity in the Brazilian Amazon*. World Bank, Development Research Group, Draft Paper, Washington, D. C.
- Coyne, J.A. & Beecham, E. 1987. Heritability of two morphological characters within and among natural populations of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*. 117: 727-737.
- David, J.R.; Gilbert, P.; Legout, H.; Pétavy, G.; Capy, P. & Moreteau, B. 2005. Isofemales lines in *Drosophila*: an empirical approach to quantitative trait analysis in natural populations. *Nature Publishing Group All rights reserved. Heredit*. 94:3-12.
- Debat, V.; Begin, M.; Legout, H. & David, J.R. 2003. Allometric and nonallometric components of *Drosophila* wing shape respond differently to developmental temperature. *Evolution*. 57: 2773–2784.
- DE Moed, G.H., DE Jong, G. & Scharloo, W. 1997. The phenotypic plasticity of wing size in *Drosophila melanogaster*: the cellular basis of its genetic variation. *Heredity*. 79: 260-267.
- Diamond, J. & Case, T. J. 1986. *Community Ecology*. Harper e Row, Publishers, New York 343 p.
- Diniz, M.B.; Junior, J.N.O.; Neto, N.T. & Diniz, M.J.T. 2009. Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira. *Nova economia*. 19.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. *Global Forest Resources Assessment 2005: Progress Towards Sustainable Forest Management* (Food and Agriculture Organization, United Nations, Rome, Italy).
- Fearnside, P. M. 1982. Deforestation in the Brazilian Amazon: How fast is it occurring? *Interciencia*. 7: 82-88.

- Fearnside, P.M. 1993. Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and land tenure. *Ambio*. 22: 537-545.
- Fearnside, P. M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: historia, índices e conseqüências. *Megadiversidade*. 1. 1.
- Gardner, T.A. 2010. *Monitoring forest biodiversity: improving conservation through ecologically-responsible management*. London: *Earthscan*. 388.
- Gascon, C.; Williamson, B.G. & Fonseca, G.A.B. 2000. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*. 288: 1356-1358.
- Godfray, H.C.J. 2011. Food and Biodiversity. *Science*. 333: 1231-1232.
- Jaenike, J. & Markow, T.A. 2003. Comparative elemental stoichiometry of ecologically diverse *Drosophila*. *Functional Ecology*. 17: 115-120
- Golden, D.M. & Thomas O.C. 1999. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. *Oecologia*. 118: 371-380.
- Greenpeace. 2001. *A exploração de madeira na amazônia: a ilegalidade e a destruição ainda predominam*. Relatório técnico, Amazônia para sempre. Disponível em: www.artigos.mudancas.paisagem.desmatamento.htm. Acessado em 15/02/2010.
- Hoffmann, A.A., Woods, R.E., Collins, E., Wallin, K., White, A. & Mckenzie, J.A. 2005. Wing shape versus asymmetry as an indicator of changing environmental conditions in insects. *Australian Journal of Entomology*. 44: 233-243.
- Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) 2013. *Projeto PRODES monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acessado 02/06/2014
- Kennington, W.J.; Killeen, J.R.; Goldstein, D.B. & Partridge, L. 2003. Rapid laboratory evolution of adult wing area in *Drosophila melanogaster* in response to humidity. *Evolution*. 57: 932-936.
- Laurance, W.F. 1990. Comparative responses of five arboreal marsupials to tropical forest fragmentation. *Journal of Mammalogy*. 71: 641-653.
- Malcolm, J.R. 1994. Edge effects in central Amazonian forest fragments. *Ecology*. 75: 2438-2445.

- Martins, M.B. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, serie. Zoológica*. 3.
- Martins, B.M. 2001. Guilds of Drosophilids on Forest Fragments. The ecology and conservation of a fragmented forest. *In: Lessons from Amazonia*. R.O.Bierregaard, Gascon, C., Lovejoy, T., Mesquita, R. Yale University Press.
- Mesquita, R.C.G.; Delamônica, P. & Laurance, W.F. 1999. Effect of surrounding vegetation on edge related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*. 91: 129-134.
- Newbold, T.; Scharlemann, J.P.; Butchart, S.H.; Şekercioğlu, Ç.H.; Alkemade, R.; Booth, H. & Purves, D.W. 2013. Ecological traits affect the response of tropical forest bird species to land-use intensity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 280: 1750.
- Noach, E.J.K.; DE Jong, G. & Scharloo, W. 1997. Phenotypic plasticity of wings in selection lines. *Heredity*. 79: 1-9.
- Parry, L.; Peres, C.A.; Brett, D. & Amaral, S. 2010. Rural-urban migration brings conservation threats and opportunities to Amazonian watersheds. *Conservation Letters*. 3: 251–259.
- Pétavy, G.; David, J.R.; Debat, V.; Gibert, P. & Moreteau, B. 2004. Specific effects of cycling stressful temperatures upon phenotypic and genetic variability of size traits in *Drosophila melanogaster*. *Evolucionary Ecology Research*, 6: 873-890.
- Pite, M.T.R. & Avelar T. 1996. Demografia e dinâmica das populações. *In: Ecologia das populações e das comunidades*. 1: 315 p.
- Primack, R.B., Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. 328.
- Roth, V.L. & Mercer, J.M. 2000. Morphometrics and Evolution. *American Zoological*. 40: 801-810.
- Sizer, N.C.; Tanner, E.V.J. & Ferraz, I.D.K. 2000. Edge effects on litterfall mass and nutrients concentrations in forest fragments in central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*. 16: 853-863.

- TerraClass. 2010. *Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia*. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php. Acesso 01 fevereiro de 2014.
- Valente, V.L.S.; Ruzsczyk, A.; Santos, R.A.; Bonorino, C.B.C.; Brum, B. E.P.; Regner, L. & Morales N.B. 1989. Genetic and ecological studies on urban and marginal populations of *Drosophila* in the south of Brazil. *Evolucion Biologica*. 3: 19-35.
- Valiati, V.H.; Sofia, T.; Da Silva, N.M.; Garcia, A.C.L.; Rohde, C. & Valente, V.L.S., 2005. Colonização, competição e coexistência: insetos como modelo de invasões biológicas. *Logo*.16: 13 –23.
- Vieira, I.C.G.; Toledo, P.M.; Silva, J.M.C. & Higuchi, H. 2008. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. *Brazilian Journal of Biology*. 68: 949-956.
- Walker, R.; Moran E. & Anselin, L., 2000. Deforestation and Cattle Ranching in the Brazilian Amazon: External Capital and Household Processes. *In: World Development*. 28: 683-699.
- Wilcox, B.A. & Murphy, D.D. 1985. Conservation strategy: the effects of the fragmentation on extinction. *The American Naturalist*. 125: 879-887.
- Wink, C.; Guedes, J.V.C.; Fagundes, C.K. & Rovedder, A.P. 2005. Soilborne insects as indicators of environmental quality. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 4: 60-71.

Artigo I
A ser submetido à revista Biological Conservation

Intensificação no uso da terra e os impactos sobre a assembléia de Drosophilidae (Diptera)

Ivaneide S. Furtado, Marlúcia B. Martins

Programa de Pós-Graduação de Zoologia, Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Caixa Postal 399, CEP 66040-170 Belém, Pará, Brasil,

Resumo

Induzidas pelo aumento da população e a pressão para produção de alimentos a mudança no uso da terra está entre as principais ameaças a biodiversidade tropical atual e provavelmente no futuro. Portanto, compreender como as espécies respondem às mudanças no uso da terra pode ajudar a minimizar a perda da biodiversidade em paisagens agrícolas. Neste estudo foi testado o efeito de usos agrícolas sobre a riqueza e diversidade de drosofilídeos, em áreas originalmente florestais que se transformaram, nos últimos 20 anos, em um mosaico, contendo fragmentos florestais, vegetação sucessional e zonas de cultivos. O estudo foi desenvolvido em três áreas no limite do Arco do Desmatamento no Estado do Pará. Nossos resultados foram obtidos através da análise de 9.262 indivíduos machos pertencentes a 69 espécies e mostraram que a riqueza de espécies testada pelo procedimento Jackknife não diferiu entre os tipos de uso da terra, mas as distribuições de abundâncias e a composição de espécies foram claramente distintas entre os usos agrícolas intensivos e os sistemas florestais. A cobertura florestal e umidade relativa do ar foram as variáveis determinantes da distribuição das espécies. Os usos agrícolas são dominados por espécies cosmopolitas não nativas associadas a áreas mais abertas. Estes resultados refletem as diferenças estruturais e microclimáticas encontradas no ambiente, originados pela perda de cobertura florestal. Assim, faz-se necessário um planejamento do uso agrícola ecologicamente mais sustentável, considerando a manutenção de parcelas florestais nas propriedades de modo a dar condições de permanência das espécies nativas.

Palavras chave: perda de floresta tropical, gradiente de perturbação, composição de espécies

Autor correspondente: E-mail: sfneide@yahoo.com.br

1. Introdução

A população humana mundial tem previsão de atingir 10,6 bilhões de pessoas até 2050 (UNPD, 2011). Esse crescimento conduzirá a um aumento na pressão por recursos naturais (Araújo et al. 2014), produtos agrícolas, principalmente carne e produtos lácteos (Green et al. 2005), bicombustíveis e madeira (Tilman et al. 2011, Laurance et al. 2014).

A atividade agrícola representa o maior tipo de uso da terra e ocupa aproximadamente 38% da superfície do planeta (Balmford et al. 2012). Existe a estimativa de que esta expansão aumente ainda mais até 2050 (Tilman et al. 2011). Especialmente na região tropical, que possui grandes áreas com potencial para agricultura (Laurance et al. 2014). O avanço das fronteiras agrícolas na região tropical tem sido considerado muito mais ameaçador para a biodiversidade tropical (Laurance 1998) do que em qualquer outra parte do mundo, por abrigar mais de 60% da biodiversidade conhecida em apenas 7% de área no planeta (Laurance, 1999).

Vários estudos têm sido realizados sobre os efeitos negativos da perda florestal, provocados pelas mudanças no uso da terra sobre a biota (Lima et al. 2012; Newbold et al. 2013; Moura et al. 2013). Para uma avaliação abrangente destes impactos é importante que os estudos sejam desenvolvidos em escala de paisagem (Waltert et al. 2005) devido a grande importância dessa escala para determinação das dinâmicas das comunidades e conservação da biodiversidade (Lo-Man-Hung et al. 2011; Moura et al. 2013).

Um ecossistema modificado pode levar uma grande quantidade de espécies nativas à extinção local, principalmente aquelas sensíveis a pequenas modificações no ambiente (Green et al. 2005; Barlow et al. 2007). Algumas condições que podem levar a perda das espécies: a redução da qualidade e de disponibilidade das florestas, já que muitas espécies florestais podem não suportar ambientes com menos de 40% de cobertura de vegetação (Decaëns et al. 2014 no prelo). Tais eventos podem ser facilmente observados sobre os insetos (Medeiros et al. 2012), incluindo drosofilídeos (Valiati, 2005). Esses organismos apesar de possuírem ampla distribuição geográfica respondem com grande especificidade as mudanças no habitat (Mata et al. 2010). Esta sensibilidade se expressa tanto em respostas em termos de densidade populacional como em perda de espécies, ou ainda pela introdução de espécies exóticas nos ambientes modificados (Martins, 1987).

O objetivo deste trabalho foi testar a influência das mudanças no uso da terra sobre a riqueza, abundância e composição da assembléia de drosofilídeos frugívoros. Com o intuito de verificar a mudança na assembléia de drosofilídeos entre os ambientes, e a diminuição na riqueza e abundância com a intensificação no uso da terra.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A amostragem foi realizada em três localidades na Amazônia brasileira (chamadas de janelas de paisagem), todas no sudoeste do Estado do Pará, onde a floresta foi convertida em sistemas agrícolas e agro

florestais formando um mosaico de paisagem com a presença de florestas manejadas e outros usos agrícolas. As janelas selecionadas apresentaram diferentes históricos de ocupação humana com tempo de estabelecimento de aproximadamente 20 anos. As localidades foram: assentamento agroextrativista de Maçaranduba ($49^{\circ} 19' 04'' W / 4^{\circ} 48' 22'' S$) no município de Nova Ipixuna, assentamento agrícola de Palmares ($49^{\circ} 51' 56'' W / 5^{\circ} 50' 59'' S$) no município de Parauapebas e assentamento agrícola Pacajá no município de Pacajá ($51^{\circ} 02' 06'' W / 3^{\circ} 42' 21'' S$). Os sistemas agrícolas destas localidades foram previamente classificados com base em levantamentos socioeconômicos de cada propriedade (lote), levando em consideração o tamanho e a principal produção do lote (Oswald et al., 2011). Em cada janela de paisagem foram selecionados nove lotes, representativos dos principais sistemas de produção presentes. Em cada um destes lotes foi aberto uma transecção de aproximadamente 1 km, seguindo a maior diagonal do lote, para amostrar o maior número de sistemas de produção.

A caracterização dos lotes e dos diferentes tipos de uso da terra foi realizada por meio de sensoriamento remoto, com base em análise de séries históricas de até dez anos antes do período de estudo, usando imagens de Landsat. Para mais detalhes ver Oszwald e colaboradores (2010). A figura 2.1 mostra a localização das janelas selecionadas para o estudo no Estado do Pará e a tabela 2.1 as principais informações de ocupação de cada janela de paisagem

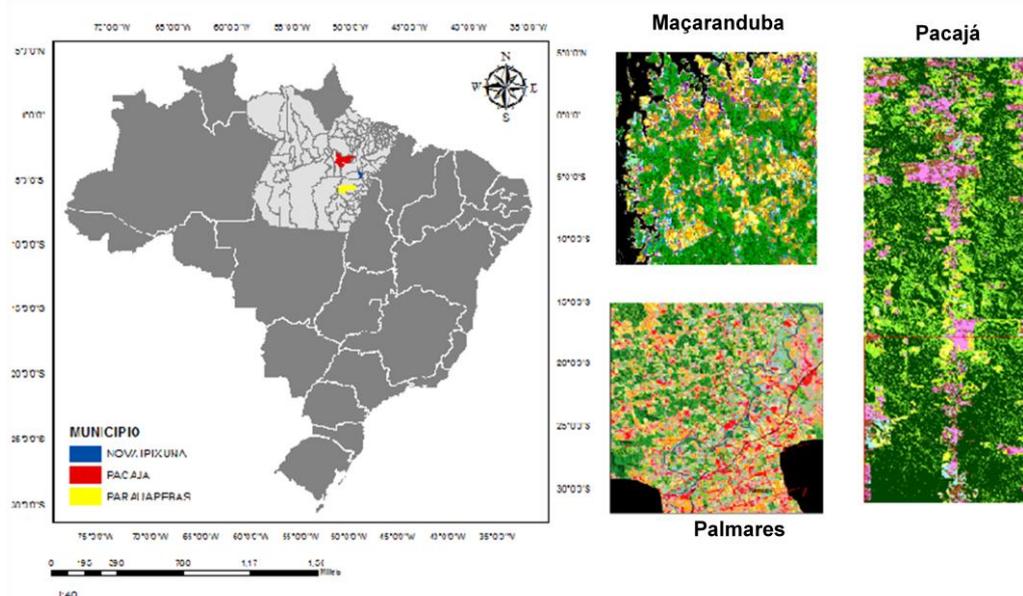


Figura 2.1. Mapa com a localização dos municípios sede, onde estão localizadas as áreas de coleta. Ao lado as imagens de satélite das áreas onde estão situados os assentamentos agrícolas. Nova Ipixuna - Maçaranduba, Pacajá – Pacajá e Parauapebas – Palmares.

Tabela 2.1. Principais características da paisagem nas áreas de estudo

Localidades	Início da ocupação/demarcção	Área do recorte da paisagem (ha)	% de floresta no recorte paisagem	Sistemas agrícolas predominantes
Maçaranduba	1997	60	40	Agroextrativista
Palmares	1994	25	44	Agricultura familiar
Pacajá	1990	60	70	Agricultura familiar

Oswald (2010) identificou seis tipos de uso da terra presente nestas localidades: 1 - **Floresta manejada** - Este é o único tipo de floresta ainda encontrado na região do sudoeste do Pará, estas florestas são do tipo ombrófila densa e sofreram intensa extração madeireira nos últimos 13 anos (Billard et al. 2014). Apresentam grandes clareiras e a abertura de dossel varia entre 40 a 80%. 2 - **Capoeira** - área de crescimento de floresta secundária após o uso de culturas de ciclo curto. Estas capoeiras possuíam tempo de regeneração entre três e dez anos e o estrato da vegetação

alcançou entre três e quatro metros. 3 - **Juquira** - área resultante de um pasto abandonado há pelo menos três anos. 4 - **Cultivos Perenes** - área ocupada por plantações permanentes (tipo cacau). 5 - **Cultivos anuais (Roça)** - área usada para plantios de subsistência há pelo menos cinco anos. 6 - **Pastagem** - área usada para criação de gado. Esta área é coberta em grande parte de gramínea, mas pode corresponder tanto a pasto limpo, pasto invadido por outras espécies de herbáceas e pastos com babaçu.

2.2. Amostragem de drosofilídeos

Os drosofilídeos foram capturados com armadilhas específicas (Martins et al., 2008), contendo 100g de isca de banana fermentada por 36h em temperatura ambiente. Em cada transecção aberto no lote foram estabelecidos cinco pontos de coleta e em cada um deles posicionados um conjunto de três armadilhas, espaçadas regularmente formando um triângulo eqüilátero de 30 metros. Cada conjunto de três armadilhas correspondeu a uma unidade amostral. A distribuição espacial das armadilhas foi definida objetivando maximizar a área de atração das iscas, mantendo a distância mínima de 200m para garantir unidades amostrais independentes. As armadilhas permaneceram por 48h no campo. Foram amostrados 27 lotes e 135 pontos amostrais. Em cada ponto amostral foram coletados dados ambientais (abertura de dossel, densidade de sub-bosque, temperatura e umidade), e da paisagem (métricas da paisagem), (porcentagem de terra (PD), densidade de riqueza da terra (PRD), quantidade de borda no fragmento (ED), tamanho do fragmento (TA), formato do fragmento (SHDI) e riqueza de mancha (PR). Calculado num raio de 100 m (3,41 ha).

2.3. Identificação dos drosofilídeos

As identificações foram realizadas através da análise das genitálias do macho, de acordo com metodologia proposta por Bächli et al. (2004). Somente machos foram analisados. A partir da classificação taxonômica, as espécies foram categorizadas com relação a sua origem geográfica e habitat de referência, baseada em dados de literatura e no banco de dados Taxodros (<http://www.taxodros.uzh.ch/>).

2.4. Análise de dados

A riqueza de espécies nos diferentes tipos de uso da terra foi estimada utilizando o procedimento Jackknife de primeira ordem (Heltshe & Forrester, 1983). Para testar se houve diferenças na abundância de indivíduos entre os diferentes tipos de uso da terra, foi aplicada análise de variância (ANOVA I). A normalidade foi testada através do teste de Levene, e quando o pressuposto do teste não foi significativo a abundância foi log-transformada. Quando os resultados foram significativos aplicou-se o teste Tukey para identificar quais tipos de usos apresentaram médias diferentes. Para explorar as relações entre a riqueza de espécies e a quantidade de cobertura florestal em cada localidade foi realizada correlação de Pearson, que quando apresentou resultado igual ou superior a 0.70, foi considerada robusta podendo explicar a associação entre as variáveis.

Para verificar a diferença na distribuição das espécies de drosofilídeos entre os tipos de uso da terra, foi realizado um escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), utilizando a matriz de similaridade de Bray-Curtis, com os dados de abundância das espécies log-transformados.

Para avaliar a significância estatística das diferenças observadas na composição da assembléia de drosofilídeos foi realizada uma Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA I) que usa valores de F para comparar a similaridade entre e dentro dos grupos e avalia a significância por permutação.

Para avaliar a relação entre a distribuição das espécies com as variáveis abióticas e da paisagem nos diferentes tipos de uso da terra foi realizada uma análise de co-inércia, que testa a correlação entre duas matrizes de dados, uma contendo a abundância das espécies vs matriz de variáveis. Os dados foram submetidos à transformação logarítmica para reduzir a influência das espécies dominantes. A significância do teste foi obtida pelo teste de Monte Carlo. Teste este realizado no programa R v. 2.10.0 (R Development Core Team, 2009).

3. Resultados

Foram analisados 9.262 indivíduos pertencentes a 69 espécies de drosofilídeos, distribuídos nas três localidades. Observamos 50 espécies em Maçaranduba, 47 em Palmares e Pacajá apresentou a menor riqueza com 34 espécies. As espécies identificadas têm origem em quatro regiões biogeográficas, sendo que a região Neotropical apresentou o maior número de espécies (87,67%), seis destas foram capturadas exclusivamente no ambiente de floresta; seguida da região Paleártica (12,24%), Neártica (2,04%) e Etiópica (2,04%).

A espécie *Scaptodrosophila latifasciaeformis* (Paleártica), foi dominante neste estudo e coletada principalmente no ambiente de pastagem com

44,74%, do total de indivíduos. Outras espécies com abundâncias elevadas foram *Drosophila sturtevanti*, *D. willistoni* e *Zaprionus indianus*. As duas primeiras são categorizadas como nativas da região tropical e associadas às florestas; a última é típica de savana e oriunda da região afro-asiático. Estas três espécies foram capturadas em todos os tipos de uso, diferindo apenas nos valores de abundâncias entre os usos.

A riqueza de espécies não foi um parâmetro satisfatório para indicar diferenciação de habitat. A análise não mostrou diferença no número total de espécies entre os diferentes tipos de uso da terra, já que os intervalos de confiança e as médias foram sobrepostos entre todos os grupos (figura 2.2). Os usos agrícolas, que foram identificados como ambientes mais instáveis, são áreas em que a vegetação foi retirada para implantação de culturas, apresentaram elevada variação no número de espécies entre as amostras, enquanto que nos ambientes com maior quantidade de floresta o número de espécies foi mais constante.

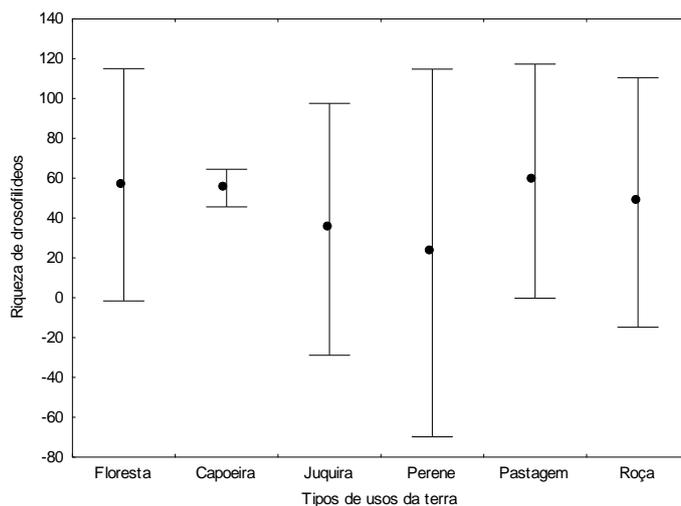


Figura 2.2. Riqueza estimada (Jackknife) de espécies de drosofilídeos nos diferentes tipos de uso da terra.

A análise de correlação sugere relação significativa, porém negativa, entre a riqueza de espécies e a quantidade total de cobertura florestal em cada localidade ($r = -0.987$; $p < 0.001$), por exemplo, Pacajá apresentou maior quantidade de cobertura florestal e menor riqueza de espécies. Este resultado pode estar refletindo a qualidade do ambiente (figura 2.3).

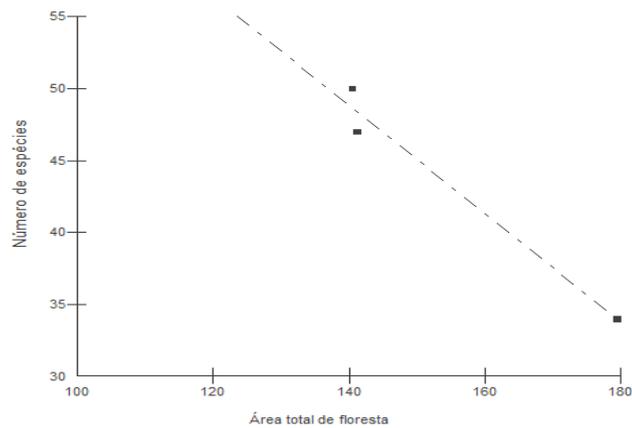


Figura 2.3. Relação entre o número total de espécies e a quantidade total de floresta em cada localidade de estudo

Considerando o padrão de abundância das espécies de drosofilídeos entre os tipos de uso, a análise de variância mostrou que os ambientes agrícolas (pastagem e roça) apresentaram maior número de indivíduos do que aqueles com algum tipo de vegetação lenhosa (floresta e capoeira, juquira e cultivos perenes), devido a explosão das espécies exóticas nesses ambientes (figura 2.4), ($F = 3,73$; $Gl = 5$; $p = 0,003$).

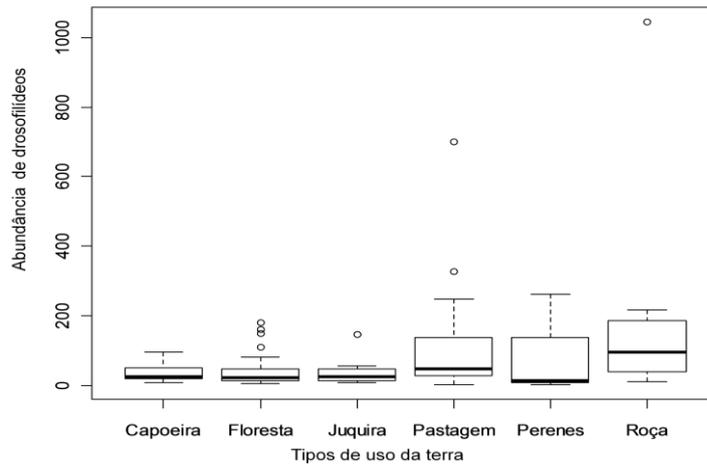


Figura 2.4. Abundância de drosofilídeos nos diferentes tipos de uso da terra.

A composição de espécies de drosofilídeos foi um parâmetro importante na definição de padrões de distribuição das espécies. Pois a assembléia de drosofilídeos mudou consistentemente entre os tipos de usos, mostrando a formação de dois grupos bem distintos, (1) as espécies presentes nos tipos de uso menos intensivos (floresta manejada, capoeira e juquira), (2) espécies de áreas com uso mais intensivo (pastagem e roça) ($F=7,61$; $p<0.001$) (figura 2.5). A mudança na composição de espécies pode ser um reflexo tanto a possíveis diferenças entre as áreas quanto a presença das espécies exóticas nas áreas de usos mais intensivo. A PERMANOVA indicou diferenças significativas para a maioria das assembléias de drosofilídeos entre os tipos de uso, com exceção daquelas que compartilharam os usos capoeira vs floresta manejada, capoeira vs cultivos perenes, floresta manejada vs cultivos perenes e ainda pastagem vs roça (tabela 2.2). Esta análise ainda mostrou que cada tipo de uso quando comparado entre si, apresentou baixa similaridade na composição de

espécies, e quando foram realizadas as comparações entre eles a menor similaridade foi observada entre os usos floresta manejada e pastagem. A maior similaridade na composição de espécies ocorreu entre os usos mais intensivos (pastagem e roça) (tabela 2.3).

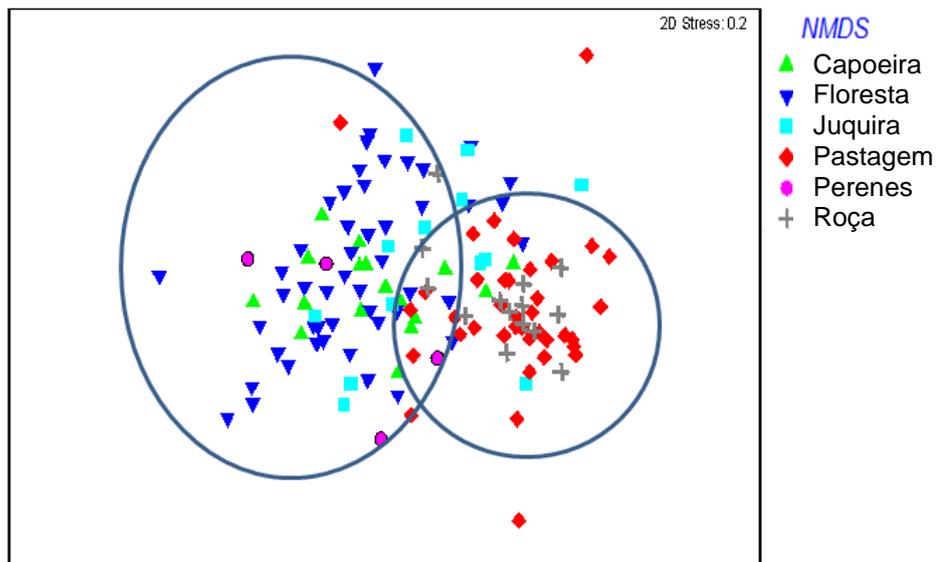


Figura 2.5. Ordenação das espécies de drosofilídeos considerando todos os tipos de uso da terra.

Tabela 2.2. Valores estatísticos da PERMANOVA nas comparações aos pares para a composição de espécies nos diferentes tipos de uso da terra.

Usos da terra	gl	F	p
Capoeira, Floresta	64	0,948	0,505
Capoeira, Juquira	28	1,438	0,038
Capoeira, Pastagem	58	3,642	0,001*
Capoeira, Perenes	19	1,186	0,169
Capoeira, Roça	29	2,835	0,001*
Floresta, Juquira	60	1,789	0,006
Floresta, Pastagem	85	5,035	0,001*
Floresta, Perenes	51	1,233	0,14
Floresta, Roça	61	3,399	0,001*
Juquira, Pastagem	49	2,483	0,001*
Juquira, Perenes	15	1,454	0,035
Juquira, Roça	25	2,102	0,002*
Pastagem, Perenes	40	2,35	0,001*
Pastagem, Roça	50	1,054	0,353
Perenes, Roça	16	2,262	0,003*

*significância 0.01

Tabela 2.3. Valores da similaridade (PERMANOVA) encontrada entre e dentro dos tipos de uso da terra.

	Capoeira	Floresta	Juquira	Pastagem	Perenes	Roça
Capoeira	39,43					
Floresta	36,82	34,45				
Juquira	34,11	30,28	33,02			
Pastagem	27,32	21,60	30,36	43,73		
Perenes	34,24	30,68	26,03	21,82	30,85	
Roça	31,42	25,27	32,37	45,46	24,81	47,95

A distribuição das espécies no ambiente também foi eficientemente analisada pelo teste da co-inercia que mostrou relações significativas entre a assembléia de drosofilídeos e as variáveis ambientais. Analisando a assembléia entre todas as localidades ($p=0.001$) (figura 2.5) ou mesmo quando a análise foi realizada para cada localidade ($p=0.001$) (figura 2.6). As projeções do teste revelam a importância das variáveis; abertura de dossel e densidade de sub-bosque para mostrar a distribuição das espécies no ambiente. A PCA separou de forma consistente dois grupos principais de drosofilídeos frugívoros: espécies de floresta e de áreas de uso intensivo. As espécies de floresta foram projetadas para o sentido oposto à maior abertura de dossel e menor densidade de sub-bosque. Essas espécies coincidiram com aquelas categorizadas na literatura, como típicas de floresta. O segundo grupo teve sua concentração associada à maior abertura de dossel, e consistiu nas espécies não nativas.

Quando analisamos a resposta da assembléia de drosofilídeos em relação às métricas de paisagem, a coinercia não mostrou nenhuma relação significativa, seja na análise geral (figura 2.7) ou através das localidades separadamente (figura 2.8). Estas métricas da paisagem apresentaram-se

altamente correlacionadas não apresentando variação entre si, mesmo quando se levou em consideração a abundância quanto à riqueza, como foi observado na correlação de Pearson (tabela 4).

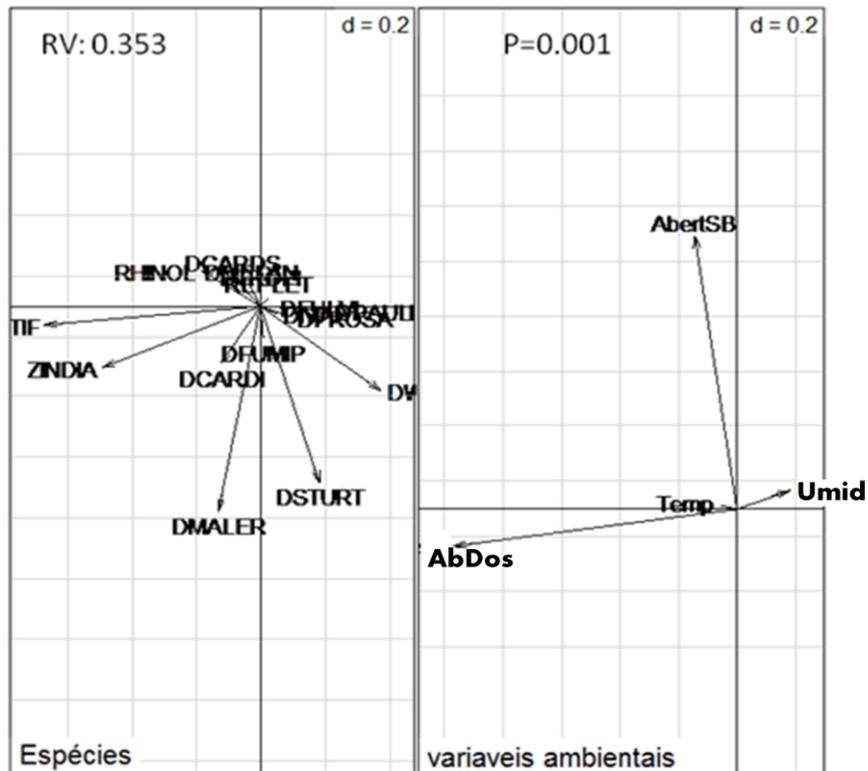


Figura 2.6. Co-inercia entre a comunidade de drosofilídeos e as variáveis ambientais (AbDos - abertura de dossel; Temp – temperatura; AbertSB - abertura de sub-bosque e Umid - Umidade). Na PCA das espécies, podemos observar a distribuição dos drosofilídeos em relação aos dois componentes principais. Enquanto a segunda PCA mostra a contribuição das variáveis ambientais na distribuição das espécies de drosofilídeos.

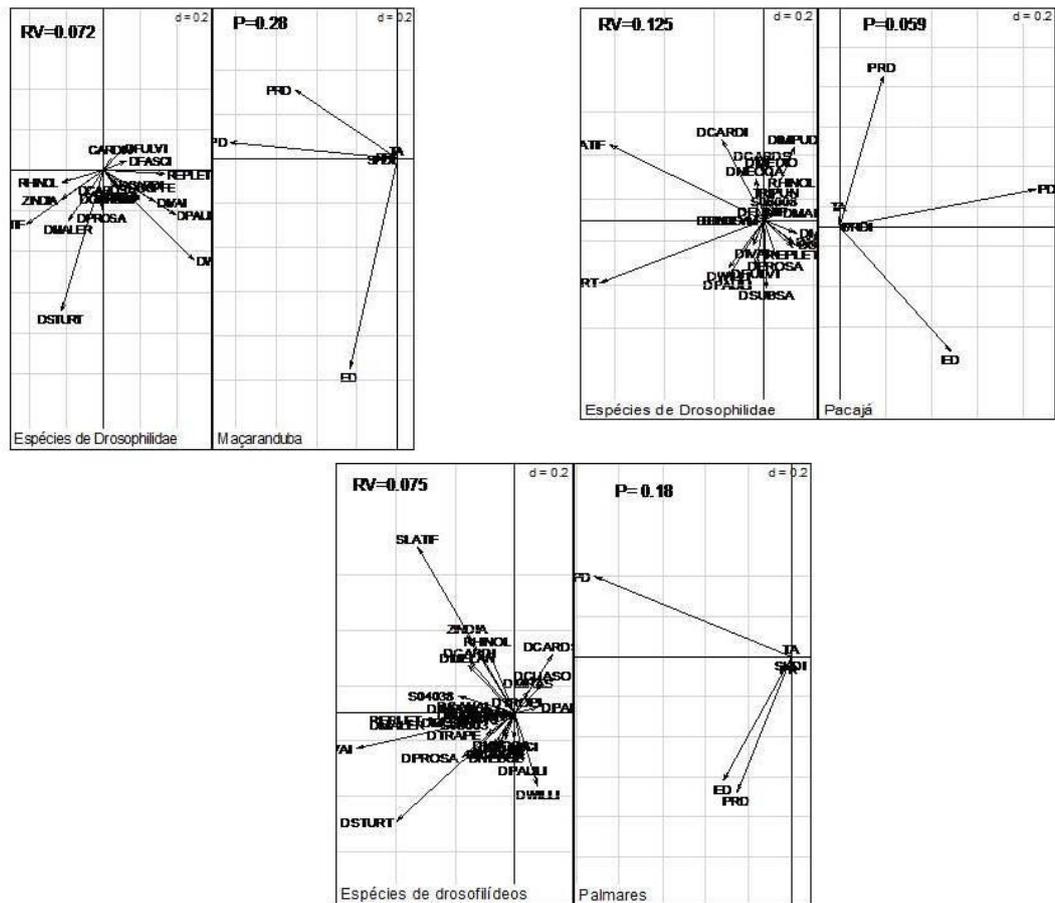


Figura 2.9. Co-inércia entre a assembléia de drosofilídeos e as variáveis da paisagem nas três localidades Maçaranduba, Pacajá e Palmares.

Tabela 2.4. Valores das correlações de Pearson entre as métricas de paisagem e a comunidade de drosofilídeos (tamanho do fragmento (TA), porcentagem de terra (PD), quantidade de borda no fragmento (ED), riqueza de mancha (PR), densidade de riqueza da terra (PRD) e formato do fragmento (SHDI)).

Variáveis da paisagem	Abundância de drosofilídeos		Riqueza de drosofilídeos	
	r	p	r	p
TA	0.082	0.346	-0.031	0.718
PD	-0.014	0.062	-0.026	0.763
ED	-0.044	0.616	0.008	0.923
PR	0.111	0.359	0.007	0.940
PRD	0.112	0.351	-0.014	0.872
SHDI	0.098	0.306	0.034	0.693

4. Discussão

O mosaico de paisagem encontrado no sudoeste do Pará contribuiu para explicar parte das diferenças na abundância e distribuição das assembléias de drosofilídeos principalmente quando se considerou os diferentes usos da terra, que foram significativamente correlacionados com as variáveis ambientais, as quais refletem as condições microclimáticas dos novos habitats.

Em geral nossos resultados refletem o efeito do impacto da mudança no uso da terra sobre a composição e abundância das espécies entre os tipos de uso, culminando em alta predominância das espécies não nativas no conjunto dos sistemas agrícolas. Este é o resultado da interação entre os atributos e hábitos das espécies e as condições ambientais geradas pela ausência de cobertura florestal. Esta nova condição propicia o estabelecimento de espécies savanóides ou cosmopolitas que apresentaram maior espectro de tolerância à intensidade de luz, temperaturas mais elevadas e à dissecação.

Valores similares de riqueza de espécies entre os sistemas de uso, provavelmente está relacionada a qualidade dos sistemas, que mesmo alterados em relação à cobertura original, ainda apresentam vegetação nativa no contexto da paisagem, propiciando disponibilidade de recursos alimentares e reprodutivos para os drosofilídeos nativos, permitindo que as populações se mantenham no novo ambiente. Muitos estudos ecológicos observaram diminuição progressiva da riqueza dos táxons em relação à intensificação no uso da terra. De fato a degradação do habitat pode alterar

as condições microclimáticas na floresta, tornando-a inadequada para algumas espécies nativas que são mais dependentes de habitats florestados. Estes achados têm sido reportados para a Floresta Amazônica por Lo-Man-Hung et al. (2011); Emerich et al. (2012); Cintra e Naka, (2012); Moura et al. (2013) e para regiões florestais na Indonésia e África por Schulze et al. (2004) e Bobo et al. (2006). No entanto alguns outros estudos também reportam que a riqueza não se altera entre usos da terra, pois pode haver substituição de espécies seguindo a intensificação no uso, e que ambientes moderadamente perturbados também podem apresentar número elevado de espécies (Costa e Magnusson, 2002; Beck et al. 2002), devido à coexistência transitória das espécies que apresentam diferentes exigências de habitat e estratégias de sobrevivência diferenciadas (Parsons e Stanley, 1981). Tal coexistência pode ser favorecida, em parte, pela capacidade de dispersão das espécies entre os habitats e resistência à atividade humana (Morato, 1994). Davis et al. (2001) estudando insetos (coleópteros - escaravelhos) na Área de Conservação do Vale de Danum na região do Boréio (Malásia), observou maior riqueza de espécies nos ambientes de floresta perturbada em comparação com floresta primária, e Klein et al. (2002) estudando abelhas e vespas no Parque Nacional Lore-Lindu em Sulawesi na Indonésia, mostrou relação positiva da riqueza com a intensificação do uso do solo. Dessa forma, é possível inferir que sistemas agrícolas que apresentem altos níveis de cobertura florestal no mosaico da paisagem e sejam bem manejados (Peres et al. 2010) possam contribuir para a manutenção da riqueza local. Mesmo considerando que estes

sistemas provoquem algum grau de perda de espécies e alterações na composição das comunidades eles podem ter importante papel na manutenção de uma considerável parcela da diversidade da floresta (Lawton et al., 1998; Beck et al. 2002; Scales e Marsden, 2008; Louzada et al. 2010).

Apesar de estudos recentes como o de Fahrig (2013) mostrar a importância da quantidade de habitat na paisagem local como preditor da riqueza de espécies, nossos resultados não identificaram esta relação, assinalando uma tendência inversa quando o total de áreas florestais foi considerado. Este resultado pode ter duas explicações: pode ser decorrente do pequeno número de localidades amostradas ou o efeito da configuração do habitat ser mais importante do que a quantidade de habitat propriamente dita.

Sem negar a importância do uso da riqueza de espécies como parâmetro para explicar padrões de comunidades, nossos resultados enfatizam que a abundância e composição são medidas fundamentais para a compreensão dos efeitos ambientais sobre a biodiversidade e que podem algumas vezes oferecer uma visão mais precisa das mudanças ocorridas na comunidade em curtos espaços de tempo (Lawton et al., 1998; Ernoult et al. 2006). A maior abundância de drosofilídeos nas áreas de uso intensivo em relação áreas florestadas reflete uma explosão de abundância de poucas espécies como *S. latifasciaformis* e *Z. indianus* que corresponderam a mais de 50% do total. Estas são espécies tipicamente associadas a áreas antropizadas (Mata et al. 2008; Emerich et al. 2012). *S. latifasciaformis* foi introduzida no Brasil com registro já há mais de 60 anos. Sua origem na

savana africana pode explicar esta maior tolerância aos ambientes oriundos da substituição da floresta.

A mudança na composição de espécies de drosofilídeos entre os ambientes está principalmente relacionada às características abióticas estruturais do ambiente, em função da conversão da floresta em áreas agrícolas. Porém deve-se notar a idiosincrasia das espécies de drosofilídeos em relação ao grau de especificidade das mesmas em relação aos ambientes em que vivem. Cada espécie variou de um modo distinto em termos da sua abundância entre os usos, devido às diferenças nas suas características ecológicas (Newbold et al., 2013). Florestas mais preservadas abrigam um conjunto maior e mais típico de espécies de distribuição neotropical (Mata et al. 2008), provavelmente por serem espécies que apresentem dependência por sistemas de grande complexidade estrutural, com presença de micro habitats distintos, com elevada umidade relativa do ar, baixa intensidade de luz e grande variedade de recursos alimentares e reprodutivos. Características que não são encontrados em sistemas mais simplificados (Wolda, 1988; Pywell et al. 2005; Zilli et al. 2008). Essas modificações influenciam tanto a diversidade como a estrutura da comunidade de drosofilídeos por tornar os habitats inadequados para a permanência da maior parte das espécies nativas (Acurio et al. 2010). Outros trabalhos mostraram semelhanças com nossos resultados quando avaliaram a composição de diferentes táxons em relação à perturbação ambiental, como foi documentado para drosofilídeos (Martins, 2001), besouros (Davis et al. 2001), borboletas (Bobo et al. 2006), abelhas e

vespas (Tylianakis et al. 2006) aves (Moura et al., 2013) e plantas (Kessler et al. 2005).

5. Conclusão

A intensificação no uso da terra leva a alterações ambientais, o que podem afetar de forma irreversível o padrão e dinâmica das comunidades.

Nossos resultados refutaram a hipótese de que a riqueza de espécies de drosofilídeos diminui com a intensificação no uso da terra, provavelmente pela introdução de espécies de origem exógena que compensa a perda de espécies nativas. Observa-se incremento na abundância a partir do uso intensivo resultante tanto do crescimento populacional de algumas espécies nativas tolerantes aos ambientes impactados como da introdução de espécies exóticas com padrões altos de crescimento populacional. Além de encontrar mudanças consistentes na composição de drosofilídeos entre os vários usos da terra. Áreas de uso agrícola apresentaram um conjunto de espécies distintas daquele encontrado nas áreas florestadas (floresta manejada e capoeira). Estas diferenças desenham-se em função da quantidade de cobertura florestal e densidade de sub-bosque presentes nos diferentes habitats que foram fatores determinantes na distribuição das espécies.

De acordo com os resultados encontrados podemos reforçar a importância da tomada de medidas mitigadoras da perda de cobertura florestal nos ambientes agrícolas. O planejamento do uso agrícola será ecologicamente mais sustentável se considerar a manutenção de parcelas

florestais nas propriedades de modo a dar condições de permanência as espécies nativas e prevenir o domínio das espécies invasoras e assim garantir uma maior retenção de biodiversidade nestes sistemas.

Agradecimentos

Este trabalho foi parte do Projeto AMAZ – Biodiversidade das paisagens amazônicas, apoiado pela Agence Nationale de La Recherche (ANR) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradecemos aos agricultores das comunidades particulares de Maçaranduba, Pacajá e Palmares por sua hospitalidade. Ao CNPq pela concessão da bolsa. A Nargila Moura pela ajuda com análise de dados. Ana Luisa pela concessão do mapa do Brasil e Oswald Johan pelos mapas detalhados dos assentamentos agrícolas.

6. Referências bibliográficas

- Acurio, A., Rafael, V., Dangles, O., 2010. Biological Invasions in the Amazonian Tropical Rain Forest: The Case of Drosophilidae (Insecta, Diptera) in Ecuador, South America. **Biotropica**, 42, 717–723.
- Araújo, M.B., Ferri-Yanez, F., Bozinovic, F., Marquet, P.A., Valladares F., Chown, S.L. 2014. Heat freezes niche evolution. **Ecology Letters**, 16, 1206-1219.
- Bächli, G., Vilela, C.R., Escher, A.S., Saura, A. 2004. The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. **Fauna Entomologica Scandinavica**, 39, 1-362.
- Balmford, A., Green, R., Phalan, B., 2012. What conservationists need to know about farming. **Proceedings The Royal of Society B**. 279, 2714–2724.

- Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Avila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., Silva Motta, C., Peres, C.A., 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104, 18555–18560.
- Beck, J., Schulze, C.H., Linsenmair, K.E., Fiedler, K., 2002. From forest to farmland: diversity of geometrid moths along two habitat gradients on Borneo. ***Journal of Tropical Ecology***, 18:33–51.
- Billard, C., Gond, V., Oszwald, J., Arnaud de Sartre, X., Pokorny, B., 2014. Smallholders' agricultural practices trajectories in Amazonia. ***Bios et Forêts Des Tropiques***, 319.
- Bobo, K.S., Waltert, M., Fermon, H., Njokagbor, J., Mühlenberg, M. 2006. From forest to farmland: butterfly diversity and habitat associations along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. ***Journal of Insect Conservation***, 10, 29–42.
- Cintra, R., Naka, L.N. 2012. Spatial Variation in Bird Community Composition in Relation to Topographic Gradient and Forest Heterogeneity in a Central Amazonian Rainforest. ***International Journal of Ecology***, 25 p.
- Costa, F., Magnusson, W. 2002. Selective logging effects on abundance, diversity and composition of tropical understory herbs. ***Ecological Applications***, 123, 807–819.
- Davis, A.J., Holloway, J.D., Huijbregts, H., Krikken, J., Kirk-Spriggs, A.H., Sutton, S.L., 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. ***Journal of Applied Ecology***, 38, 593 – 616.
- Decaëns, T., Martins, M.B., Feijo, A., Oszwald, J., Dolédec, S., Sartre, X.A., Bonilla, D., Brown, G.G., Dias, E., Dubs, F., Ferreira, G., Furtado, I.S., Gond, V., Marichal, R., Mitja, D., Miranda, I., Praxedes, C., Rougerie, R., Ruiz, D.H., Otero, J.T., Velasquez, A., Zararte, L.E.M., Lavelle, P., 2014. Non-linear loss of biodiversity along a gradient of deforestation in

- Amazonia: a landscape perspective. **Biological Sciences / Ecology**. (Prelo).
- Emerich, P.P., Valadão, H., Silva, J.R.V.P., Tidon, R., 2012. High Abundance of Neotropical Drosophilids (Diptera: Drosophilidae) in Four Cultivated Areas of Central Brazil. **Neotropical Entomology**, 41, 83–88.
- Ernault, A., Tremauville, Y., Cellier, D., Margerie, P., Langlois, E., Alard, D., 2006. Potential landscape drivers of biodiversity components in a flood plain: Past or present patterns? **Biological Conservation**, 127, 1-17.
- Fahrig, L. 2013. Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. **Journal of Biogeography**, 40, 1649–1663.
- Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A., 2005. Farming and the fate of wild Nature. **Science**, 307, 550–555.
- Heltsh, J.F., N.E. Forrester. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. **Biometrics**, 39, 1-11.
- Kessler, M., Kebl, P.J.A., Gradstein, S.R., Bach, K., Schull, M., Pitopang, R. 2005. Tree diversity in primary forest and different land use systems in Central Sulawesi, Indonesia. **Biodiversity and Conservation**, 14, 547–560.
- Klein, A.M., Dewenter, I.S., Buchori, D., Tschardtke, T. 2002. Effects of Land-Use Intensity in Tropical Agroforestry Systems on Coffee Flower-Visiting and Trap-Nesting Bees and Wasps **Conservation Biology**, 16, 1003–1014.
- Laurance, W., 1998. A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. **TREE**, 13, 411-415.
- Laurance, W. F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. **Biological Conservation**, 91. 109–118.
- Laurance W.F., Sayer, J., Cassman, K.G., 2014. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in Ecology & Evolution**, 29, 107-116
- Lawton, J.H., Bignell, D.E., Bolton, B., Bloemers, G.F., Eggleton, P., Hammond, P.M., Hodda, M., Holt, R.D., Larsen, T.B., Mawdsley, N.A., Stork, N.E., Srivastava, D.S., Watt, A. D., 1998. Biodiversity inventories,

- indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, 391, 1.
- Lima, R. F., Dallimer, M., Atkinson, P.W., Barlow, J., 2012. Biodiversity and land-use change: understanding the complex responses of an endemic-rich bird assemblage. **Diversity and Distributions**, 1–12.
- Lo-Man-Hung, N.F., Marichal R., Candiani D.F., Carvalho L.S., Indicatti R.P., Bonaldo A.B., Cobo D.H.R., Martinez A.F., Tselouiko S., Praxedes C., Brown G.G., Velasquez, E., Decaens T., Martins, M., Lavelle P., 2011. Impact of different land management on soil spiders (Arachnida, Aranea) in two Amazonian areas in Brazil and Colombia. **Journal of Arachnology** 39, 296-302.
- Louzada, J., Gardner, T.A., Peres, C.A., and Barlow, J. 2010. A multi-taxa assessment of nestedness patterns across a multiple-use Amazonian forest landscape. *Biological Conservation* **143**, 1102-1109.
- Martins, M.B., 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, serie. Zoológica. 3
- Martins, M.B., 2001. Drosophilid fruit-fly guilds in forest fragments. *In* R. Bierregaard, C. Gascon, and T. E. Lovejoy (Eds.). *Lessons from Amazonia: The ecology and conservation of a fragmented forest*, pp. 175–186. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Martins, M.B., Bittencourt, R.N., Penna, J.A.N., 2008. Traps adapted to drosophilid collections in tropical rain forest. *Drosophila Information Service*, 91.
- Mata, R.A., McGeoch, M., Tidon, R. 2008. Drosophilid assemblages as a bioindicator system of human disturbance in the Brazilian Savanna. *Biodiversity and Conservation*, 17, 2899–2916
- Mata, R. A., Tidon, R. Cortes, L. G., De Marco, P.; Diniz-Filho, J. A. F., 2010. Invasive and flexible: niche shift in the drosophilid *Zaprionus indianus* (Insecta: Diptera). *Biological Invasions* 12, 1231–1249.

- Medeiros, J., Araújo, A., Araújo, H.P.F., Queiroz, J.P.C., Vasconcellos, A., 2012 Seasonal activity of *Dinoponera quadriceps* Santschi (Formicidae, Ponerinae) in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* 56, 81-85.
- Morato, E.F., 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, serie Zoológica*, 10, 95–105.
- Moura, N.G. Lees, A.C., Andretti, C.B., Davis, B.J.W., Solar, R.R.C., Aleixo, A., Barlow, J., Ferreira, J., Gardner, T.A., 2013. Avian biodiversity in multiple-use landscapes of the Brazilian Amazon. *Biological Conservation* 167, 339-348.
- Newbold, T., Scharlemann, J.P.W., Butchart, S.H.M., Sekercioglu, C. H., Alkemade, R., Booth, H., Purves, D.W., 2013. Ecological traits affect the response of tropical forest bird species to land-use intensity. ***Proceedings of the Royal Society***, 280, 1-9.
- Oswald, J., Lefebvre, A., Arnauld De Sartre, X., Gond V., Thales M., Gond, V. 2010. Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Maçaranduba (Pará, Brésil) entre 1997 et 2006. ***Téledétection***, 9, 97-111.
- Oswald, J., Gond, V., Dolédec, S., Lavelle, P., 2011. Identification d'indicateurs de changement d'occupation du sol pour le suivi des mosaïques paysagères. ***Bois et Forêts des Tropiques***, 307, 7-21.
- Parsons, P.A., Stanley, S.M., 1981. Domesticated and widespread species. *In* Ashburner, M., Carson, H.L., Thompson, J.N. (Eds.). *The genetics and biology of Drosophila*, 349–393. **Academic Press, Cambridge**, UK.
- Peres, C.A., Gardner, T.A., Barlow, J., Zuanon, J., Michalski, F., Lees, A.C., Vieira, I., Moreira, F., Feeley, K.J., 2010. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. ***Biological Conservation***. 143, 2314–2327.

- Pywell, R.F., Warman, E.A., Carvell, C., Sparks, T.H., Dicks, L.V., Bennett, D., Wright, A., Critchley, C.N.R., Sherwood, A., 2005. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biol Conserv.* 12, 1479–494.
- R Development Core Team, 2011. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3- 900051-07-0. <<http://www.R-project.org/>>.
- Scales, B.R., Marsden, S.J., 2008. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. **Environmental Conservation.** 35, 160–172.
- Schulze, C., Waltert, M., Kessler, P.J.A., Pitopang, R., Shahabuddin, Veddeler, D., Muhlenberg, M., Gradstein, R.S., Leuschner, C., Steffan-Dewenter, I., Tscharrntke, T., 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. **Ecological Application.** 14, 1321–1333.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B. L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS Proceedings of the National Academy of sciences.** 108, 20260-20264.
- Tylianakis, J.M., Klein, A.M., Lozada, T., Tscharrntke, T., 2006. Spatial scale of observation affects α , β and γ diversity of cavity-nesting bees and wasps across a tropical land use gradient. **Journal of Biogeography.** 33, 1295-1304.
- Valiati, V.H., Sofia, T., Da Silva, N.M., Garcia, A.C.L., Rohde, C., Valente, V.L.S., 2005. Colonização, competição e coexistência: insetos como modelo de invasões biológicas. **Logos.** 16, 13 –23.
- Waltert, M., Bobo, K.S., Sainge, N.M., Fermon, H., Muhlenberg, M. 2005. From forest to farmland: Habitat effects on afro-tropical forest bird diversity. **Ecological Applications.** 15, 1351–1366.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2011. *World Population Prospects: The 2010 Revision 1, Comprehensive Tables.* ST/ESA/SER.A/313

Wolda, H. 1988. Insect seasonality-why?. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 19, 1-18.

Zilli, F.L., Montalto, L., Marchese, M.R., 2008. Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Parana´ River floodplain (Argentina). **Limnologica**. 38, 159–171

Artigo II

A ser submetido à revista Functional Ecology

Perda de florestas na Amazônia altera morfologia de drosofilídeos (Diptera)

Ivaneide S. Furtado e Marlúcia B. Martins

Programa de Pós-Graduação de Zoologia, Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia, Belém, Brasil.

Resumo

1. A variação morfológica encontrada nas populações naturais de drosofilídeos pode ser interpretada como resposta adaptativa dos indivíduos às variações no seu habitat.

Com a substituição das florestas para usos agrícolas, os habitats mudam de maneira abrupta provocando fortes impactos sobre as populações locais, que podem resultar em perda local de espécies, e também diferenciação morfológica entre as populações remanescentes, originárias de floresta que agora ocupam a nova paisagem.

2. Para detectar possíveis alterações morfológicas nestas populações foi empregada uma técnica morfométrica, através do método da elipse ajustado ao contorno da asa, procedimento que permite descrições precisas do tamanho e forma da asa. Nosso objetivo aqui foi testar o efeito da substituição da floresta por diferentes tipos de uso da terra sobre a variação na forma e tamanho de drosofilídeos.

3. Analisamos indivíduos de quatro espécies de Drosophilidae; *Drosophila willistoni* (Sturtevant, 1916), *D. paulistorum* (Dobzhansky & Pavan in Burla et al., 1949), *D. malerkotlina* (Parshad & Paika, 1964) e *Scaptodrosophila latifasciaformis* (Duda, 1940), capturados em áreas de florestas preservadas, e áreas de usos agrícolas.

4. Neste estudo foram utilizadas 980 asas direitas, para detectar possíveis variações morfológicas. Nossos resultados mostraram padrão de

diferenciação morfológica entre populações capturadas nas florestas e nas áreas de usos agrícolas. Os indivíduos das espécies do gênero *Drosophila* capturados nas florestas foram menores em relação àqueles capturados nos ambientes alterados.

5. Estes resultados demonstram resposta dos drosofilídeos às variações no ambiente, mesmo em curto espaço de tempo e reforça a importância destes insetos como bioindicadores dos processos associadas à antropização dos sistemas florestais.

Palavra chave: coexistência, morfometria, usos agrícolas.

Autor de correspondência: E-mail: sfneide@yahoo.com.br, Museu Paraense Emílio Goeldi, Departamento de Zoologia.

Introdução

A conversão das florestas tropicais em áreas agrícolas é considerada atualmente como a maior causa de alterações ambientais (Fearnside 2006) e perda de diversidade biológica (Golden & Thomas, 1999). Com a retirada da cobertura vegetal, a floresta diminui sua capacidade de provimento de serviços ambientais, como por exemplo, a regulação do clima (Velasquez *et al.* 2007). Este efeito pode produzir stress nas populações originais da floresta, tanto de forma direta pelas alterações das condições físicas do ambiente quanto por levar à modificação na qualidade e à limitação dos recursos alimentares e reprodutivos.

Para os insetos as mudanças ambientais, como elevação da temperatura (Kinjo *et al.* 2014), redução na umidade do ar e escassez de recursos alimentares, podem levar ao deslocamento e perda local das espécies, além de afetar o processo de desenvolvimento larval, com reflexo nos adultos das espécies mais dependentes de condições ambientais restritas às florestas e de seus recursos (Sevenster & Alphen, 1993).

Estes fatores podem influenciar a expressão fenotípica de algumas características morfológicas, como por exemplo, o tamanho do indivíduo e gerar indivíduos menores, comparados aqueles que se desenvolvem em ambientes naturais (Sevenster & Alphen, 1993). Este efeito sobre o desenvolvimento pode ser considerado como uma estratégia adaptativa das populações naturais para responder às pressões impostas pelo estresse ambiental (De Moed *et al.* 1997; Noach *et al.* 1997; Hoffmann & Harshman 1999; Debat & David, 2001).

A morfometria da asa dos insetos é normalmente usada como ferramenta para detectar variações morfológicas intra e inter-populações (Coyne & Beecham, 1987; Bitner-Mathé & Klaczko 1999a; Bitner-Mathé & Klaczko 1999b; Zelditch *et al.* 2004; Hoffmann *et al.* 2005). A asa possui alta correlação com o tamanho geral do corpo, não varia com a idade, nem com a diferença nutricional do adulto ou seu estado reprodutivo (Kennington *et al.* 2003). Porém ela é sensível às mudanças ambientais que podem atuar diretamente sobre os estágios imaturos e afetar o padrão de desenvolvimento ontogenético, e, portanto sua forma e tamanho.

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito do estresse provocado pela substituição da floresta por uso agro florestais sobre a morfologia de quatro espécies de drosofilídeos (Diptera, Insecta), com o intuito de verificar se o tamanho e a forma dos indivíduos capturados em ambientes modificados diferem daqueles provenientes de habitats florestais preservadas, originando indivíduos menores, além de testar a existência de diferenças morfológicas graduais do efeito de diversos tipos de usos sobre as populações.

Materiais e Métodos

Área de Coleta

Este estudo foi realizado no Estado do Pará, Amazônia, Brasil, em três localidades de floresta ombrófila densa contínua e em três localidades onde a floresta foi convertida em sistemas agrícolas e agro florestais formando um mosaico de paisagem com a presença de florestas manejadas e

outros usos agrícolas, todas com um tempo de estabelecimento de aproximadamente 20 anos.

As áreas contínuas de floresta localizam-se; 1) no Município de Juruti-Pará (área de mineração da Alcoa - $56^{\circ} 5'31''W$, $2^{\circ} 9' 7''S$); 2) no Município de Portel/Melgaço Pará (Floresta Nacional de Caxiuanã - $51^{\circ} 31'45'' W$, $1^{\circ} 42' 30'' S$); 3) Município de Belém, Área de Proteção Ambiental (Mocambo)- APA-Belém - $48^{\circ} 10' 27''W$, $1^{\circ} 25' 27''S$) (figura 3. 1).

As áreas de produção agrícola correspondem: 1) Município de Nova Ipixuna, assentamento agroextrativista de Maçaranduba ($49^{\circ} 21' 20''W$, $4^{\circ} 47' 39''S$), 2) Município de Pacajá assentamento agrícola da transamazônica, ($51^{\circ} 02' 46''W$, $3^{\circ} 44' 22''S$) e 3) Município de Parauapebas assentamento agrícola de Palmares ($49^{\circ} 50' 44''W$, $5^{\circ} 51'45''S$). (figura 3.1).

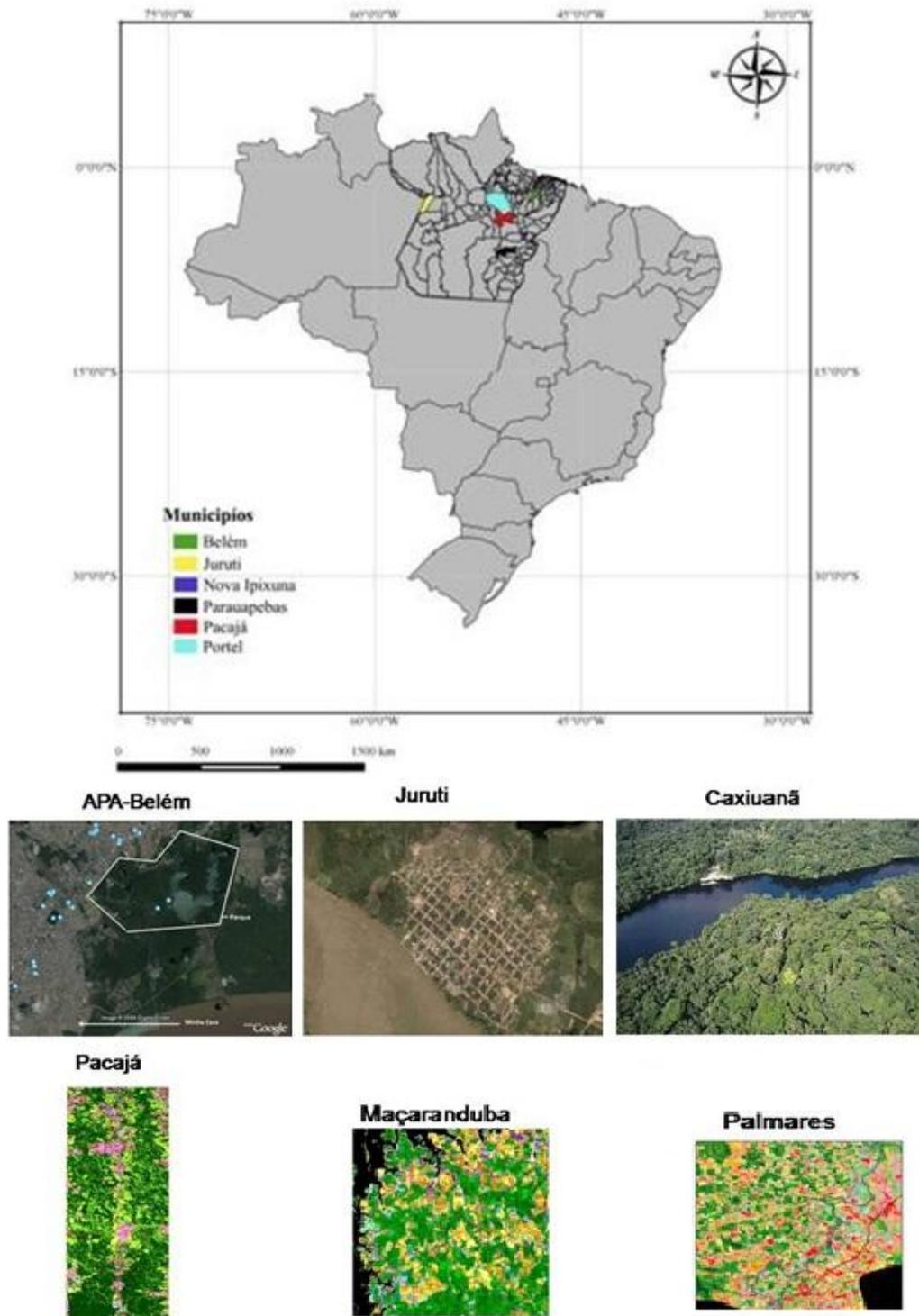


Fig. 3.1. Mapa do Pará delimitado no mapa do Brasil, mostrando os municípios sede onde estão localizadas as áreas de coleta. APA-Belém, Juruti- ALCOA, Portel – Caxiuanã, Pacajá- Transamazônica, Maçaranduba - Nova Ipixuna, Palmares - Parauapebas.

Considerando a floresta contínua e os mosaicos de uso agrícola foram identificados seis elementos de paisagem que serão analisados neste trabalho: **1- Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme preservada**- vegetação com estratos superiores bem desenvolvidas e com pelo menos 80% de abertura de dossel. Este elemento de paisagem só foi identificado nas áreas de floresta contínua, não ocorrendo nas áreas de produção agrícola; **2- Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme manejada**- floresta que sofreu intensa extração madeireira e tem presença de grandes clareiras, com abertura de dossel variando entre 40 e 80%; **3- Capoeira**- área de vegetação secundária que foi usada para implantar culturas de ciclo curto e depois abandonada, com tempo de regeneração entre três e dez anos e o estrato da vegetação pode alcançar de três a quatro metros; **4- Juquira**- área resultante de um pasto abandonado há pelo menos três anos com regeneração natural; **5- Cultivos anuais (Roça)**- área usada para plantios de subsistência há pelo menos cinco anos; **6- Pastagem**- área usada para criação de gado, coberta em grande parte por gramínea, mas pode corresponder tanto a pasto limpo, pasto invadido por outras espécies de herbáceas e pastos com babaçu. Estes seis elementos de paisagem ocorreram em todas as áreas agrícolas com variação no seu percentual de cobertura. A tabela 3.1 apresenta a porcentagem de cobertura de cada elemento de paisagem nas localidades estudadas. A caracterização completa dos elementos da paisagem nas áreas de uso agrícola está descritos em Oszwald *et al.*(2010).

Tab. 3.1. Principais características da paisagem nas áreas de estudo.

Localidades	Início da ocupação/demarcação	Área do recorte de paisagem (ha)	% de floresta no recorte de paisagem	Sistemas agrícolas predominantes
Caxiuanã	1961	300.000	80	Floresta Preservada
Juruti	2008	500	80	Floresta Preservada
APA-Belém	1993	7.349	80	Floresta Preservada
Maçaranduba	1997	60	40	Agroextrativista
Palmares	1994	25	44	Agricultura familiar
Pacajá	1990	60	70	Agricultura familiar

Amostragem das variáveis ambientais

Como variáveis descritivas dos ambientes nos diversos elementos de paisagem foram usadas: temperatura, umidade relativa do ar e abertura de dossel, tomado em cada ponto onde as drosófilas foram coletadas. As medidas foram tomadas no momento de coleta sempre em torno das dez horas da manhã. Temperatura (T^0) e umidade (U) foram medidas com o auxílio de um termohigrômetro digital. A abertura de dossel (AD) foi medida com densiômetro, utilizando a média das medidas tomadas nas quatro direções cardinais.

Amostragem de Drosofilídeos

As medidas morfométricas foram tomadas de insetos capturados da natureza, utilizando armadilhas específicas para drosofilídeos (Martins *et al.* 2008) (Figura 3.2), utilizando o protocolo de coleta baseado em Sene *et al.* (1981). As moscas foram coletadas de pelo menos cinco armadilhas distintas as quais estavam espaçadas em 200 metros entre si e expostas no campo por 48 horas.



Fig. 3.2. Imagem da armadilha específica para captura de drosofilídeos

Caracterização morfométrica das espécies de drosofilídeos

As espécies foram selecionadas para este estudo em função dos seguintes critérios: 1- alta abundância e frequência no conjunto de amostras, 2- amplitude no uso do habitat. Esse é o caso de *D. willistoni* e *D. paulistorum*, nativas do neotrópico e típicas de florestas, mas com ocorrência em habitats alterado. Duas outras são espécies semi-cosmopolitas com origem no continente Asiático e presentes no Neotrópico há mais de 30 anos (*D. malerkotliana* e *S. latifasciaeformis*). A primeira é mais frequente em habitats florestais alterado (Martins 2001), mas pode ser encontrada em vários ambientes, inclusive em floresta contínua. A segunda é quase exclusivamente associada a áreas savanóides e com intensa presença humana, com ocorrência ocasional em áreas florestais (Val & Kaneshiro 1988; Martins 1989).

Medida das asas

Foram medidas 980 asas (sempre a asa direita) de indivíduos machos das quatro espécies de drosofilídeos oriundos das seis localidades estudadas

e seis tipos de uso (tabela 3.2). Foi utilizado um número máximo de 30 exemplares por tipo de uso em cada localidade. O número de exemplares medidos variou em função de indivíduos disponíveis para a medição em cada espécie. Para os tipos de uso com mais de 30 indivíduos disponíveis os indivíduos a serem medidos foram escolhidos por aleatorização. Os tipos de uso que apresentaram menos de cinco indivíduos por uso não foram considerados na análise.

Tab. 3.2. Número de indivíduos utilizados nas análises morfométrica de acordo com sistema de uso da terra.

<i>D. malerkotliana</i>							
usos/ localidade	Caxiuanã	Juruti	Maçaranduba	Mocambo	Pacajá	Palmares	Total
Floresta preservada	30	30		30			90
Floresta Explorada			7		9	5	21
Capoeira			15		8	4	27
Juquira			5			7	12
Roça			4		5	10	19
Pastagem			30		4	8	42
<i>D. paulistorum</i>							
usos/localidade	Caxiuanã	Juruti	Maçaranduba	Mocambo	Pacajá	Palmares	Total
Floresta preservada	30	30		30			90
Floresta Explorada			30		30	14	74
Capoeira			30		22		52
Juquira			9		1	30	40
Pastagem			19		10	7	36
<i>D. willistoni</i>							
usos/localidade	Caxiuanã	Juruti	Maçaranduba	Mocambo	Pacajá	Palmares	Total
Floresta preservada	30	30		30			90
Floresta Explorada			30		30	7	67
Capoeira			24		6		30
Juquira			3		3	24	30
Pastagem			18		1		19
<i>S. latifasciaformis</i>							
usos/localidade			Maçaranduba		Pacajá	Palmares	Total
Floresta Explorada			5		2	10	17
Capoeira			30		8	20	58
Juquira			1			11	12
Roça			18		10	30	58
Pastagem			30		30	30	90

* a espécie *S. latifasciaformis* não foi registrada nas localidades de floresta preservada

A morfometria da asa seguiu a metodologia utilizada por Bitner-Mathé & Klaczko (1999b). A imagem das asas foi obtida com o auxílio de uma câmara digital (ZEISS, AXIO CAM-MRC5, Obercoche, Alemanha), acoplada a um estereomicroscópio (ZEISS STEREO DISCOVERY V. 20), com ampliação máxima de 75x. Foram tomados 31 pontos sobre a asa, sendo 11 *landmarks*, ponto de intercessão entre as veias transversais e entre as veias longitudinais e o contorno da asa (a, b, c, d, e, f, g, h, i, o, j), e 20 *semilandmarks*, pontos localizados ao longo do contorno da asa. Estas medidas foram utilizadas para determinar os parâmetros da elipse conforme descrito por Klaczko & Bitner- Mathé (1990) (figura 3.3).

O método da elipse foi usado para estimar o tamanho da asa (SIZE), obtido pela média geométrica dos dois raios da elipse (que determinam o comprimento e a largura da asa- maior **A** e menor **B**) ($SI = \sqrt{AB}$). A forma da asa (SHAPE) foi descrita pela razão entre o menor e o maior raio da elipse ($SH = B/A$), e os ângulos que determinam o posicionamento das veias longitudinais e transversais ($T_a, T_b, T_c, T_d, T_e, T_f, T_g, T_h, T_i, T_o, T_j$) (ver Bitner-Mathé & Klaczko 1999b).

Análises de dados

Para identificar os principais padrões de correlação entre os parâmetros e determinar a variação no tamanho e forma da asa foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) para cada espécie; a PCA resume as principais informações observadas da matriz fenotípica original a poucos componentes principais. A significância destas correlações foi testada por meio de aleatorização de Monte-Carlo.

Para identificar as relações entre os parâmetros que determinam o tamanho e forma da asa e as variáveis ambientais, foi realizada uma análise de co-inércia. Esta análise testa a correlação entre duas matrizes de dados, uma contendo os parâmetros da asa e a outra a matriz de variáveis ambientais. Os dados de abundância foram submetidos à transformação logarítmica para reduzir a influência de espécies dominantes. A significância do teste foi obtida pelo teste de Monte Carlo. Teste este realizado no programa R v. 2.10.0 (R Development Core Team, 2009).

Para testar possíveis diferenças morfológicas nas populações de drosofilídeos entre os elementos da paisagem foi realizada a Análise de Variância (Anova One Way) para cada espécie, a partir dos parâmetros, tamanho (SI) e forma (SH) das asas. Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram calculados e testados (teste de Leneve). Aplicou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey para identificar quais comparações foram significativamente diferentes entre os elementos de paisagem.

Resultados

Os dois primeiros eixos da PCA calculados para as medidas de asas contribuíram com valores entre 47 e 70% da variação no primeiro eixo, e entre 9% e 17% de variação acumulada no segundo eixo (tabela 3.3). Para todas as espécies analisadas o comportamento das variáveis morfológicas medidas em relação à variação de tamanho foi aproximadamente similar. *D. malerkotliana*, *D. paulistorum* e *S. latifasciaeformis* responderam ao aumento

do tamanho pelas relações positivas do primeiro componente com os ângulos T_a , T_f , T_g , T_o e T_j , enquanto que em *D. willistoni* além destes também os ângulos T_b , T_c e T_d foram incluídos entre os mais correlacionados (tabela 3.4). Isto permite inferir que enquanto as demais espécies crescem alargando a asas, as asas *D. willistoni* crescem se alongando. Este alongamento da asa é explicado pelo aumento do ângulo B, que direciona a segunda veia longitudinal (B) para o ápice da asa (Figura 3.3, a-d). Os parâmetros mais correlacionados com o primeiro eixo da PCA, ou seja, determinantes do tamanho, foram A, F, G, J, O (figura 3.4, a-d).

Tabela 3.3 Valores percentuais encontrados da variação dos parâmetros nos dois principais eixos, para cada espécie de drosofilídeos

Espécies/eixos	% de variação		autovalores	
	PC1	PC2	PC1	PC2
<i>D. malerkotliana</i>	47%	17%	6.126	2.226
<i>D. paulistorum</i>	52%	17%	6.773	2.155
<i>D. willistoni</i>	70%	9%	9.105	1.298
<i>S. latifasciaformis</i>	53%	12%	6.884	1.592

Tabela 3.4 Autovetores dos PCs obtidos da matriz de correlação dos parâmetros das asas, para as quatro espécies de drosofilídeos.

Parâmetros da asa	<i>D.malerkotliana</i>		<i>D.paulistorum</i>		<i>D. willistoni</i>		<i>S.latifasciaformis</i>	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
T_A	0.894	0.110	0.922	0.130	0.904	-0.074	0.906	0.126
T_B	0.703	-0.223	0.556	-0.730	0.875	-0.198	0.794	0.106
T_C	0.445	0.488	0.795	0.466	0.955	0.211	0.273	0.807
T_D	-0.015	0.652	-0.268	0.815	0.938	0.268	-0.232	0.882
T_E	-0.655	0.520	-0.776	0.477	-0.972	-0.036	-0.794	0.165
T_F	0.927	0.128	0.880	0.452	0.946	-0.098	0.950	0.078
T_G	0.925	0.178	0.948	-0.021	0.986	0.106	0.945	0.020
T_H	0.105	0.722	-0.409	-0.060	-0.441	0.468	-0.280	0.026
T_I	-0.517	0.651	-0.908	0.220	-0.874	0.190	-0.780	0.042
T_O	0.920	0.127	0.851	0.438	0.988	0.075	0.928	0.044
T_J	0.922	0.149	0.938	-0.031	0.982	0.126	0.908	0.047
SIZE	-0.350	-0.319	0.159	-0.199	0.073	0.281	0.325	-0.161
SHAPE	-0.626	0.314	-0.121	0.082	-0.120	0.871	-0.633	0.265

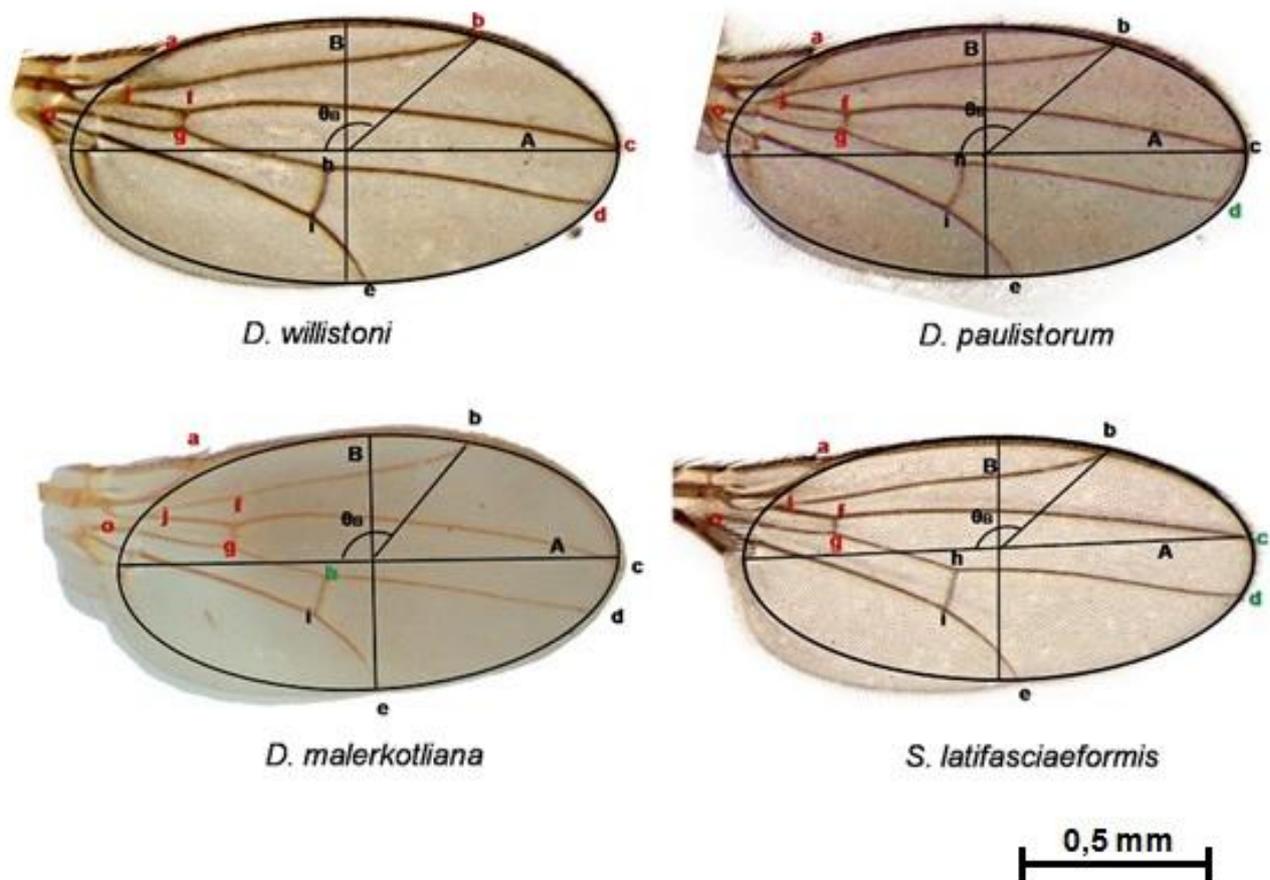


Fig. 3.3. Asas de drosofilídeos esquematizando uma elipse ajustada ao seu contorno. Destaque em vermelho - parâmetros melhor correlacionados ao PC1 (tamanho) e em verde com PC2 (forma)

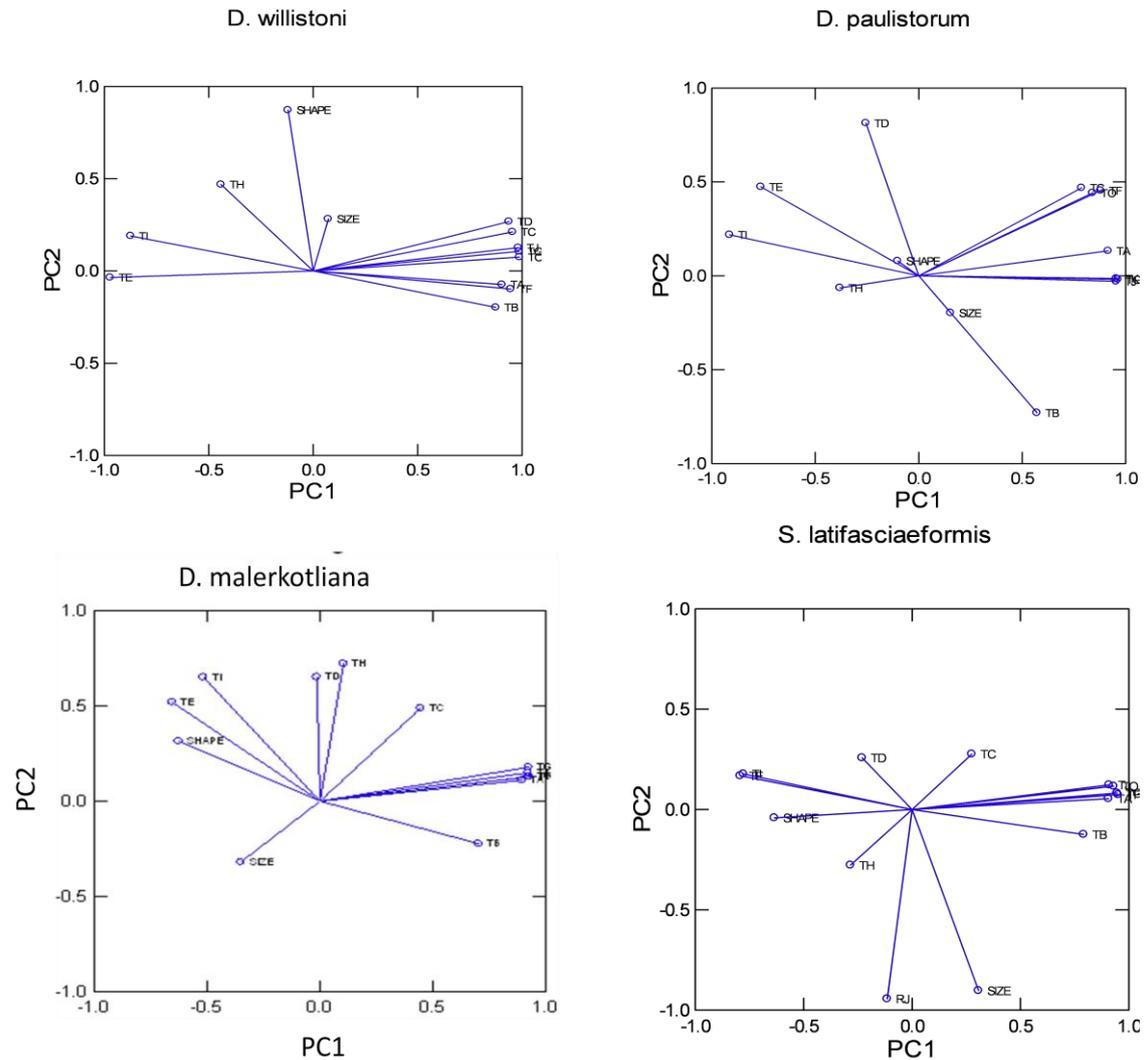


Fig. 3.4. PCA indicando a relação dos ângulos que definem a posição das veias transversais e longitudinais.

A mudança no tamanho e forma das asas foi influenciada pelas variáveis ambientais: abertura de dossel e umidade do ar, como foi demonstrada pela análise da co-inércia. Abertura de dossel foi a variável que mostrou maior influência sobre o parâmetro tamanho (SIZE) em todas as espécies, seja positivamente, como pode ser observado na espécie *S. latifasciaeformis* ou negativamente, como observado para as três espécies do gênero *Drosophila*. Os demais parâmetros mostraram padrões de resposta somente para *D. malerkotliana*, onde SHAPE, T_c, T_d, T_e, T_i e T_h estão

relacionados à umidade, e os parâmetro T_A , T_B , T_F , T_G , T_J e T_O relacionados à temperatura (Figura 3.5, a-d).

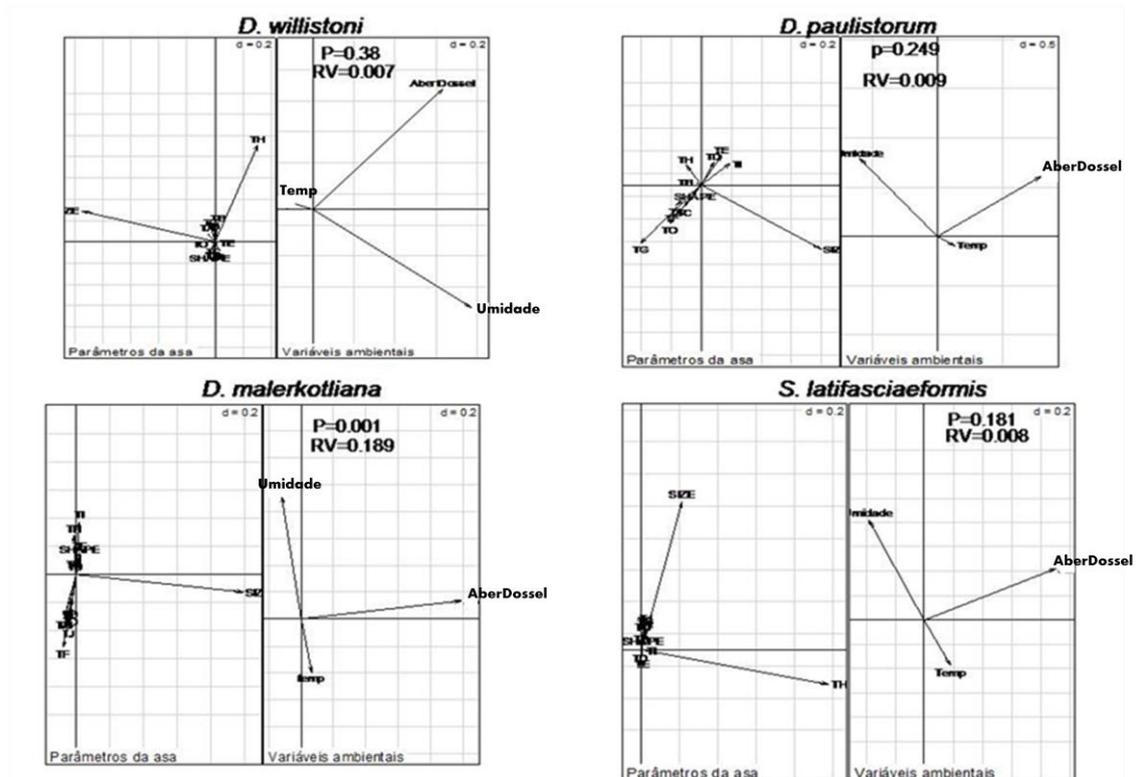


Fig. 3.5. Co-inércia entre os parâmetros que determinam o tamanho da asa de drosofilídeos e as variáveis ambientais.

A morfologia das três espécies do gênero *Drosophila* foi afetada pelos elementos de paisagem (Tabela 3.5). Quando consideramos o tamanho da asa (parâmetro SIZE) em relação aos diferentes tipos de uso ou para localidades observamos que as moscas capturadas nas florestas preservadas foram menores que aquelas capturadas nos usos agrícolas. Este padrão foi claramente evidente em *D. malerkotliana*, mas ainda assim as outras espécies apresentaram diferença na média de tamanho entre os tipos de uso e localidades. Quando consideramos da asa (parâmetro SHAPE) observou-se que a forma da asa também foi diferente entre as

localidades preservadas e os usos agrícolas, como detectado para as espécies do gênero *Drosophila*, com exceção para *S. latifasciaeformis* que não ocorreu nas florestas preservadas.

O teste de Tukey mostrou que as diferenças entre os elementos de paisagem, tanto para os parâmetros SIZE quanto SHAPE ocorreram principalmente nas comparações entre florestas preservadas vs uso agrícola (Figura 3.6 a-d).

Tab. 3.5. Resultado da ANOVA para as quatro espécies de drosofilídeos, levando em consideração os parâmetros que determinam o tamanho e forma da asa (SIZE e SHAPE) e a relação com os elementos da paisagem.

		Parâmetro	SHAPE	Localidades
Espécies	df	MS	F	p
<i>D. willistoni</i>	4	0.04	13.91	0.033***
<i>D. paulistorum</i>	4	0.01	4.42	0.001**
<i>D. malerkotliana</i>	5	0.01	4.55	0.0006***
<i>S. latifasciaeformis</i>	2	0.01	1.59	0.206
		Parâmetro	SHAPE	Tipo de uso
Espécies	df	MS	F	p
<i>D. willistoni</i>	4	0.01	3.29	0.012*
<i>D. paulistorum</i>	4	0.02	8.64	0.012***
<i>D. malerkotliana</i>	5	0.02	3.97	0.001**
<i>S. latifasciaeformis</i>	4	0.02	1.02	0.4
		Parâmetro	SIZE	Tipo de uso
Espécies	df	MS	F	p
<i>D. willistoni</i>	3	1.88	2.73	0.045*
<i>D. paulistorum</i>	3	3.03	4.49	0.0042**
<i>D. malerkotliana</i>	4	1.02	4.50	0.002**
<i>S. latifasciaeformis</i>	4	0.12	0.81	0.519
		Parâmetro	SIZE	Localidades
Espécies	df	MS	F	p
<i>D. willistoni</i>	4	21.36	30.90	0.022***
<i>D. paulistorum</i>	4	5.92	8.78	0.0097 ***
<i>D. malerkotliana</i>	5	57.05	251.01	0.022***
<i>S. latifasciaeformis</i>	2	0.55	3.71	0.026 *

*significância de 0,05

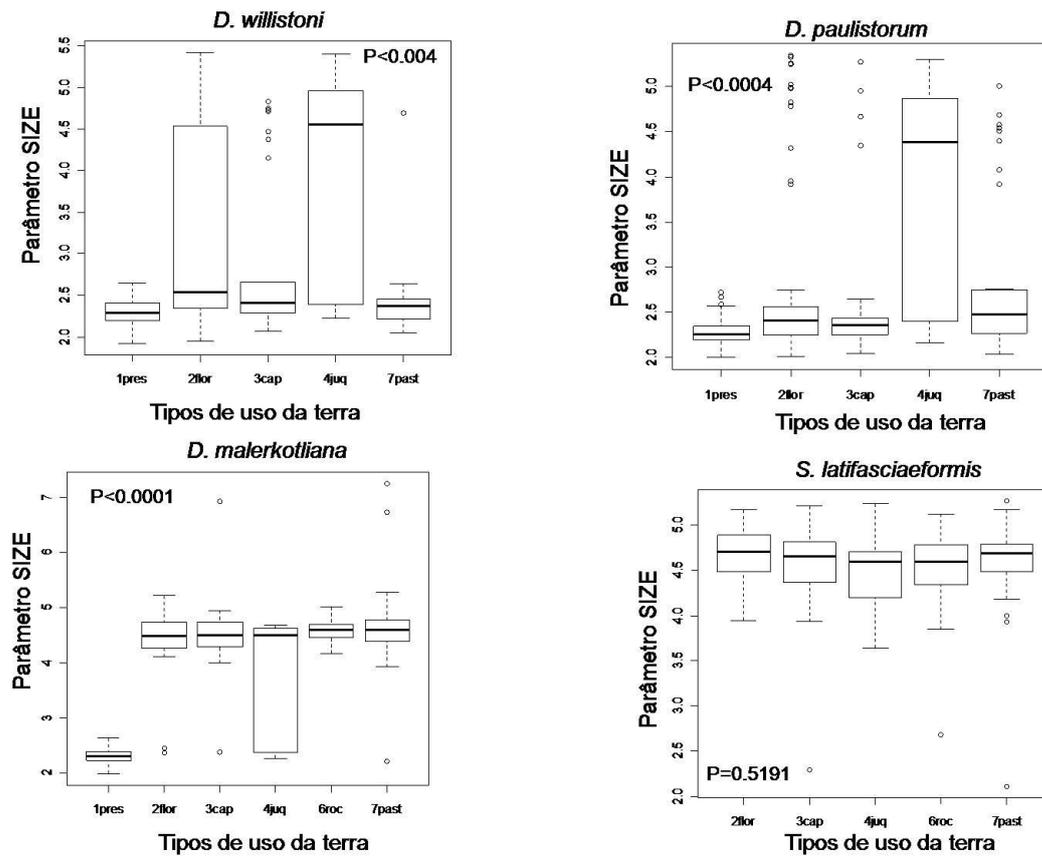


Fig. 3.6a. Variação no tamanho da asa dos indivíduos entre os tipos de uso da terra.

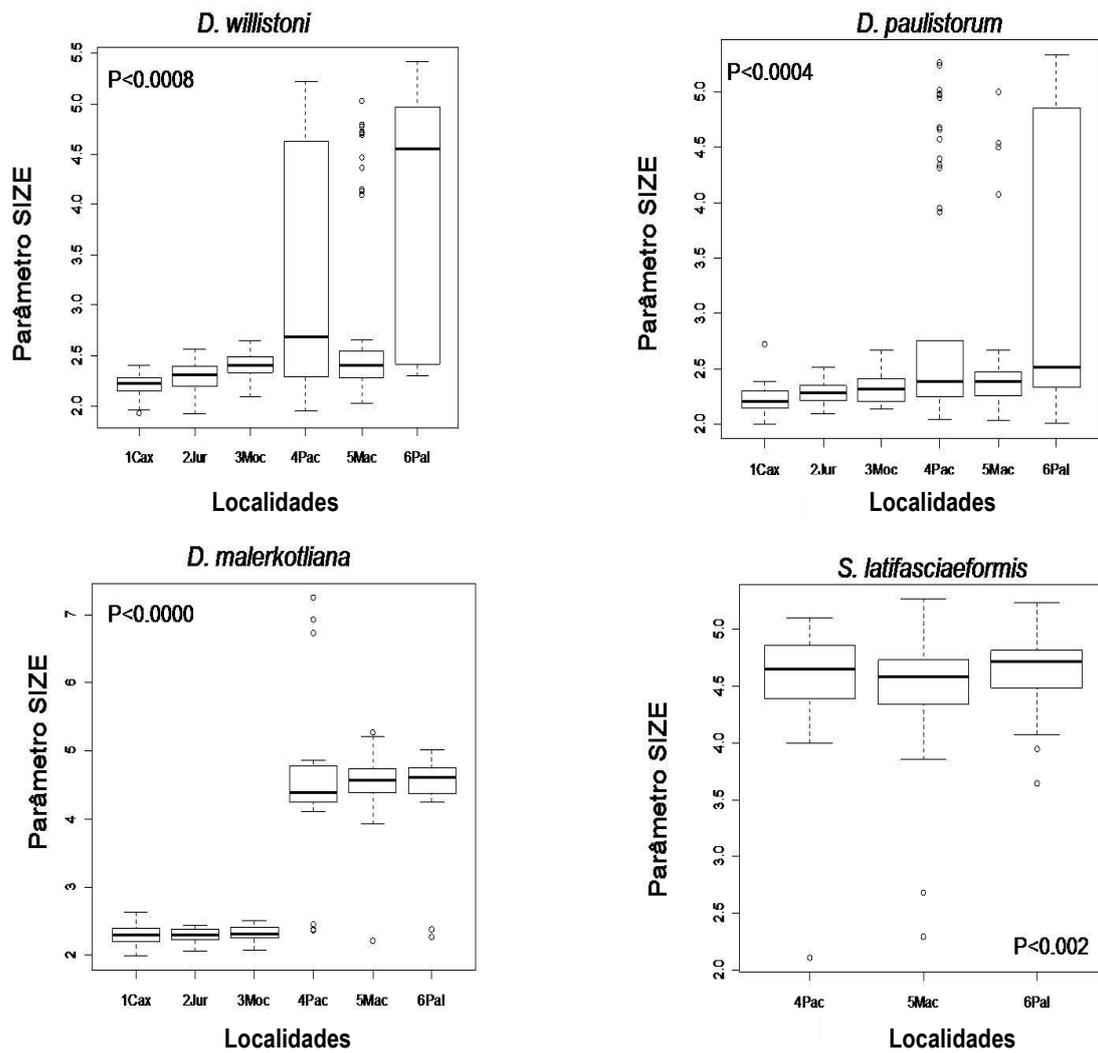


Fig. 3.6b. Variação no tamanho da asa dos indivíduos entre os tipos de uso da terra.

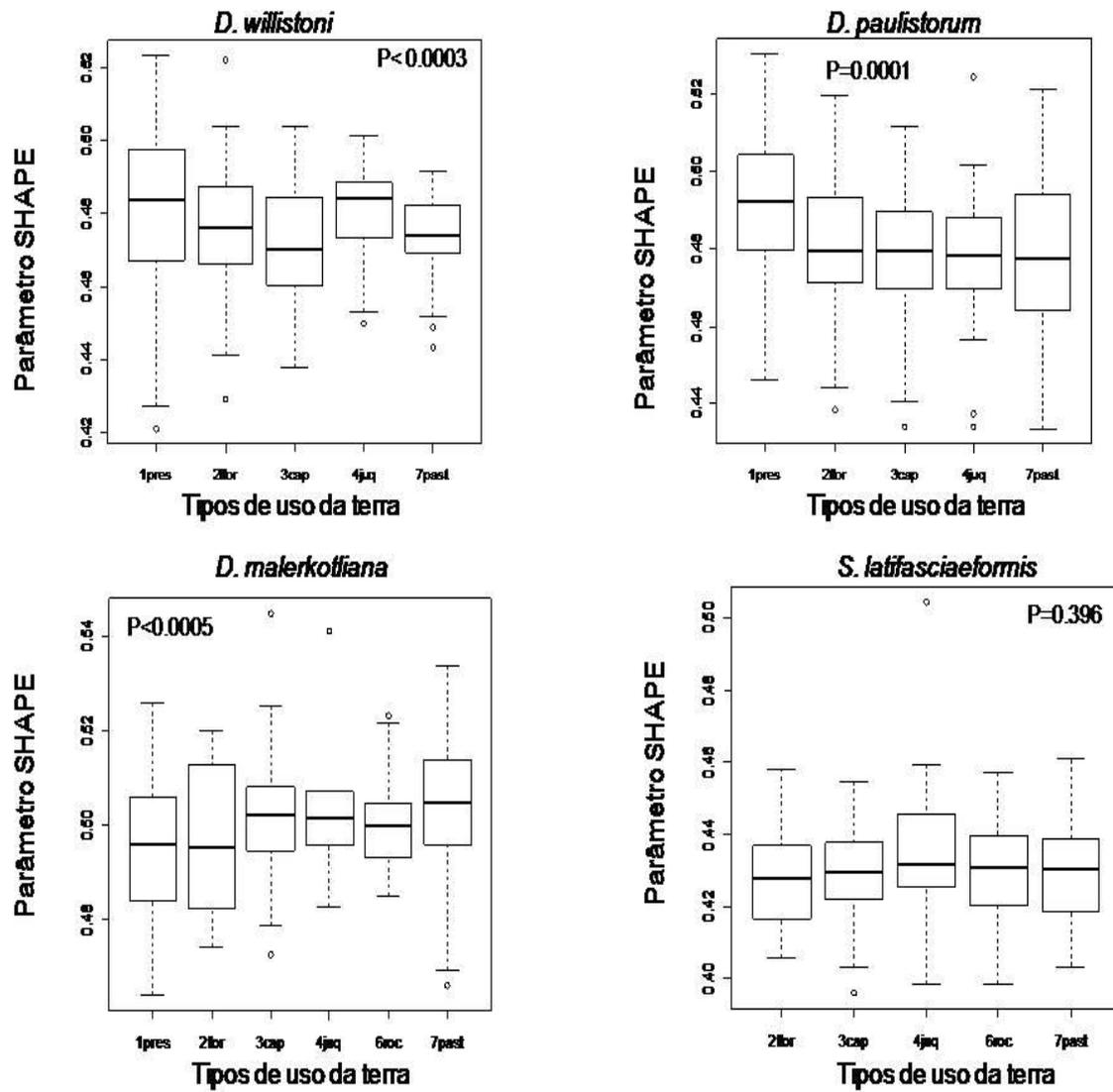


Fig. 3.6c. Variação na forma da asa dos indivíduos entre os tipos de uso da terra.

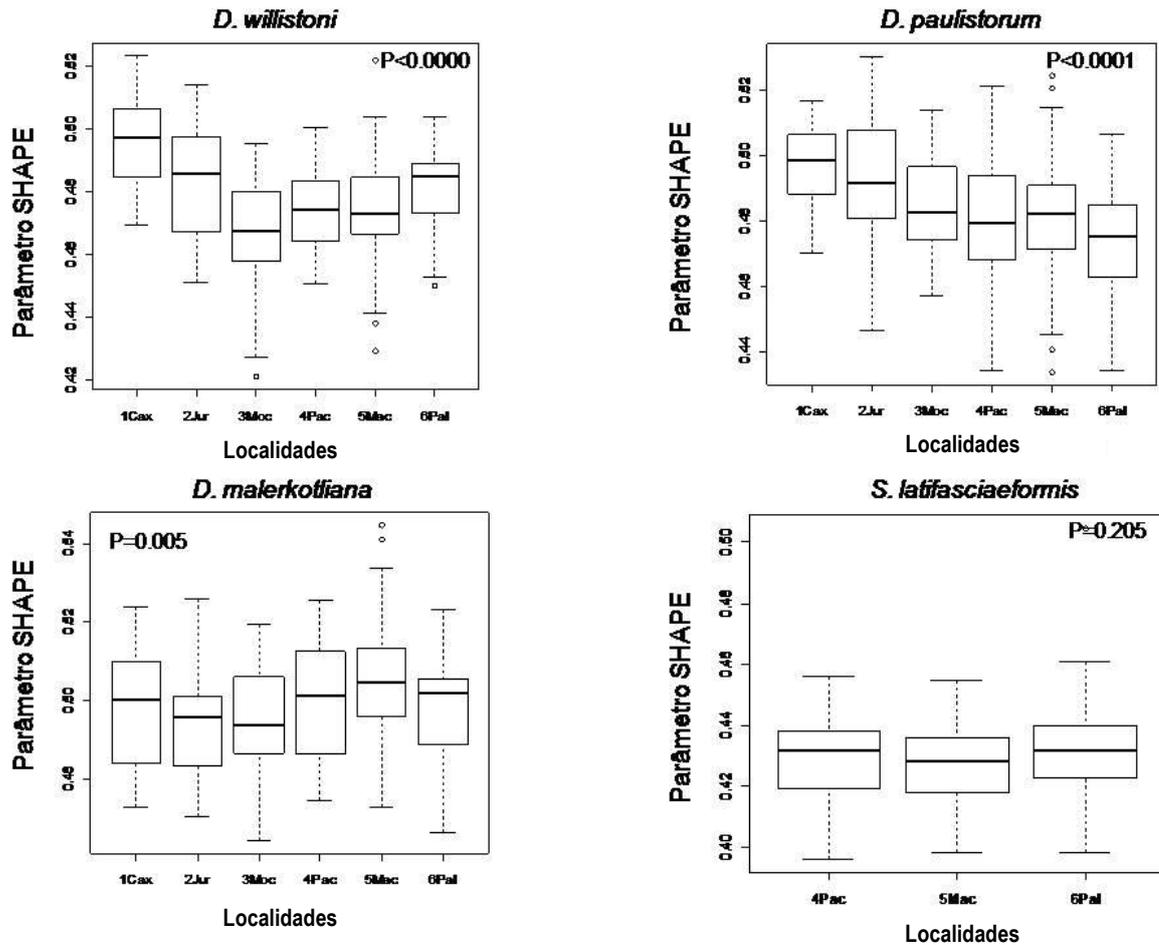


Fig. 3.6d. Variação na forma da asa dos indivíduos entre as localidades.

Discussão

A identificação das diferenças morfológicas intra e interespecíficas a partir de indivíduos coletados diretamente do campo foi eficientemente detectada pela técnica da elipse. Tais informações podem ser relacionadas claramente com um significado biológico das circunstâncias a que estas populações estão submetidas.

Nossos resultados apontam para a abertura de dossel e a umidade como os fatores ambientais mais importantes, para explicar o padrão de variação nos parâmetros que determinam o tamanho e a forma dos

indivíduos. Considerando que a retirada da cobertura florestal, além do efeito direto da luminosidade pode também alterar a disponibilidade e qualidade dos recursos no ambiente, condição básica para desenvolvimento dos indivíduos (Lomônaco & Germanos 2001; Chakir *et al.* 2007; Pereira-Rêgo *et al.* 2011) e pode influenciar no tamanho final do adulto (Grimaldi & Jaenike 1984; Forbes 2009). Nossos resultados diferem em parte do que é reportado na literatura, que destaca a temperatura como fator que pode produzir mudanças no tamanho do corpo de drosófilas (David *et al.* 1994; 2011). Como foi reportado por McCabe & Partridge (1997), ao estudar linhagens de laboratório de *D. melanogaster* na África Ocidental, observaram que indivíduos criados a baixas temperaturas apresentam maior tamanho corporal, o que pode ser explicado pela diminuição na taxa metabólica e baixo gasto energético. Bublil & Imasheva, (1994) também evidenciaram resultados semelhantes no tamanho da asa estudando populações de diferentes localidades, da Ásia e da Europa Central. No caso deste estudo a temperatura não foi evidenciada tendo um efeito preponderante sobre as variações morfológicas.

A variação no tamanho dos indivíduos que foi observado entre os elementos de paisagem refletem a resposta dos drosofilídeos as diferenças de condições ambientais que foram encontradas nas áreas de estudo. Evidenciando que as florestas preservadas apresentam condições de desenvolvimento diferenciado dos usos agrícolas. Estes resultados matem-se consistentes mesmo considerando localidades de floresta e os de uso com distâncias de mais de 100 km entre si. Os resultados desse estudo

diferem da hipótese inicial que considerava a probabilidade dos indivíduos em áreas de usos agrícolas serem menores do que nas áreas preservadas, devido as mesmas apresentarem condições mais estáveis em relação à disponibilidade de recursos. Duas explicações alternativas podem suportar estes achados. Uma seria dada por mecanismos dependentes da densidade que regulariam as populações nas florestas em um ambiente mais competitivo, produzido pela maior diversidade de espécies culminando em indivíduos menores (Sevenster & Alphen 1993), reforçado pela idéia de Bochdanovits e Jong (2003) de que populações de drosofilídeos de regiões tropicais parecem investir na sobrevivência da larva assegurando o tamanho populacional e não no tamanho final do adulto. Outra explicação poderia ser dada pela maior capacidade de dispersão dos indivíduos, maiores e mais robustos que teriam maior probabilidade de colonizar os novos hábitas na paisagem agrícola (Kölliker-Ott et al. 2003).

Quanto à variação na forma da asa o efeito atribuído às mudanças no uso da terra mostrou-se também evidente. Indicando semelhança com os resultados encontrados para o parâmetro tamanho da asa. Populações das florestas preservadas divergiram daquelas oriundas dos usos agrícolas. Isto também permite inferir que a variação encontrada também na forma da asa independe da distância entre os tipos de usos amostrados. O efeito do ambiente sobre a variação na forma da asa, alinha-se com os resultados de Cavicchi et al. (1991), que encontrou em *D. melanogaster* variação na forma da asa relacionada com a temperatura, mesmo que em nosso caso a

temperatura não tenha sido a variável determinante e menos importante do que a abertura de dossel como a variável explicativa.

Conclusão

Observamos que a substituição da floresta por práticas agrícolas afetou os parâmetros que determinam o tamanho e forma dos indivíduos em todas as espécies, com diferenças na magnitude de resposta. As maiores evidências foram observadas nas populações de *D. malerkotliana*. Contudo, para todas as espécies os indivíduos maiores foram encontrados nos elementos de paisagem agrícolas, diferindo daqueles capturados nos ambientes de floresta.

Estes resultados demonstram a sensibilidade dos drosofilídeos às modificações nos habitats em curto espaço de tempo, o que reforça a importância destes insetos como organismo bioindicadores, como já apontado na literatura (Parsons 1991, Mata *et al.* 2008).

Os achados neste trabalho apresentam uma contribuição adicional na medida em que demonstram efeitos sobre populações remanescentes de espécies nativas, indicando a amplitude das mudanças qualitativas sobre as populações sob efeito de mudanças do uso da terra e perda florestal. As consequências desta diferenciação populacional entre os habitats, apontada neste trabalho, evidenciam uma variação fenotípica que pode estar refletindo alterações ao nível da estrutura genética das populações afetadas. Estudos futuros que avaliem este ponto ajudarão a desenhar um melhor panorama das reais consequências dos usos da terra sobre populações.

Agradecimentos

Este trabalho foi parte do Projeto AMAZ – Biodiversidade das paisagens amazônicas, apoiado pela Agence Nationale de La Recherche (ANR) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradecemos aos agricultores das comunidades Maçaranduba, Pacajá e Palmares por sua hospitalidade. Ao CNPq pela concessão da bolsa. Agradecemos também a equipe de biologia e evolução de drosofilídeos da UFRJ, em especial ao Daniel Mattos pelo apoio com o método da elipse, a técnica do laboratório de ecologia de invertebrados (LEI) do Museu Paraense Emílio Goeldi, Luzanira Costa pela ajuda na dissecação e montagem das asas dos drosofilídeos, a Emily Siqueira pela concessão do mapa do Brasil e a Oswald Johan pelos mapas detalhados dos assentamentos agrícolas.

Referências bibliográficas

- Bitner-mathé, B.C., Klaczko, L.B. (1999a) Plasticity of *Drosophila melanogaster* wing morphology: effects of sex, temperature and density. *Genetica*, **105**, 203–210.
- Bitner-Mathé, B. C., Klaczko, L. B. (1999b) Heritability, phenotypic and genetic correlations of size and shape of *Drosophila mediopunctata* wings. *Heredity*, **83**, 688–696.
- Bochdanovits, Z. & DE jong. G. (2003) Temperature dependent larval resource allocation shaping adult body size in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Evolutionary Biology*, **16**, 1159–1167

- Bubli, O.A. & Imasheva, A.G. (1994) Genetic differentiation of three quantitative traits in *Drosophila melanogaster* natural populations of Eastern Europe and Central Asia. *Russian Journal Genetic*, **30**, 57-63.
- Cavicchi S, Giorgi G, Natali V, Guerra D (1991) Temperature related divergence in experimental populations of *Drosophila melanogaster*. IV. Fourier and centroid analysis of wing shape and relationship between shape variation and fitness. *Journal of Evolutionary Biology*, **4**, 141–159
- Chakir, M., Moreteau, B., Capy, P., David J.R. (2007) Phenotypic variability of wild living and laboratory grown *Drosophila*: Consequences of nutritional and thermal heterogeneity in growth conditions. *Journal of Thermal Biology*, **32**, 1–11.
- Coyne, J.A. & Beecham, E. (1987) Heritability of two morphological characters within and among natural populations of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, **117**, 727–737.
- David, J.R., Moreteau, B., Gauthier, J.P., Petávy, G., Stockel, J., Imasheva, A.G. (1994) Reaction norms of size characters in relation to growth temperature in *Drosophila melanogaster*: an isofemale lines analysis. *Genetics Selection Evolution*. **26**, 229-251.
- David, J. R., Yassin, A., Moreteau Jean-Claude, Legout, H. & Moreteau, B. (2011) Thermal phenotypic plasticity of body size in *Drosophila melanogaster*: sexual dimorphism and genetic correlations. *Journal of Genetics*, **90**.
- Debat, V. & David, P. (2001) Mapping phenotypes: canalization, plasticity and developmental stability. *Trends in Ecology & Evolution*, **16**, 555-561.
- DE Moed, G.H., DE Jong, G. & Scharloo, W. (1997) The phenotypic plasticity of wing size in *Drosophila melanogaster*: the cellular basis of its genetic variation. *Heredity*, **79**, 260-267.
- Fearnside, P.M. (2006) Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazônica*, **36**, 395 – 400.

- Forbes, W.R. (2009) The ecological genetics of growth in *Drosophila*. Body size and developmental time on different diets 1. *Genetical Research*, **1**, 288-304.
- Golden, D.M. & Thomas O.C. (1999). Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. *Oecologia*, **118**: 371-380.
- Grimaldi, D. & Jaenike, J. (1984) Competition in natural populations of mycophagous *Drosophila*. *Ecology*, **65**, 1113-1120.
- Hoffmann, A.A. & Harshman, L.G. (1999) Desiccation and starvation resistance in *Drosophila*: patterns of variation at the species, population and intra population levels. *Heredity*, **83**, 637–643.
- Hoffmann, A.A., Woods, R.E., Collins, E., Wallin, K., White, A. & McKenzie, J.A. (2005) Wing shape versus asymmetry as an indicator of changing environmental conditions in insects. *Australian Journal of Entomology*, **44**, 233-243.
- Kennington, W.J., Killeen, J.R., Goldstein, D.B. & Partridge, L. (2003) Rapid laboratory evolution of adult wing area in *Drosophila melanogaster* in response to humidity. *Evolution* **57**, 932-936.
- Kinjo, H. Kunimi, Y., Nakai, M. (2014) Effects of temperature on there production and development of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology* **49**, 297–304
- Klaczko, L.B. & Bitner-Mathé, B.C. (1990) On the edge of a wing. *Nature*, **346**, 321.
- Kölliker-Ott, U.M. Blows, M,W, Hoffmann, A.A. (2003) Are wing size, wing shape and asymmetry related to field fitness of *Trichogramma* egg parasitoids? *Oikos*, **100**,563–573.
- Lomônaco, C. & Germanos, E. (2001) Variações fenotípicas em *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) em resposta a competição larval por alimento. *Neotropical Entomology* **30**, 223-231.
- Martins, B.M., (1989) Invasão de fragmentos florestais por species oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Acta amazônica* **19**,265-271

- Martins, B.M. (2001) Guilds of Drosophilids on Forest Fragments. In: Lessons from Amazonia. **The ecology and conservation of a fragmented forest.** R.O.Bierregaard, Gascon, C., Lovejoy, T., Mesquita, R. Yale University Press.
- Martins, M.B., Bittencourt, R.N. & Penna, J.A.N. (2008) Traps adapted to drosophilid collections in tropical rain forest. *Drosophila information service*, 91.
- Mata, R.A., McGeoch, M. Tidon, R. (2008) Drosophilid assemblages as a bioindicator system of human disturbance in the Brazilian Savanna. *Biodiversity and Conservation*, **17**, 2899–2916.
- McCabe, J. & Partridge, L. (1997) An interaction between environmental temperature and genetic variation for body size for the fitness of adult female *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, **51**, 1164-1174.
- Noach, E.J.K., DE Jong, G. & Scharloo, W. (1997) Phenotypic plasticity of wings in selection lines. *Heredity* **79**, 1-9.
- Oszwald, J., Lefebvre, A., Arnauld De Sartre, X., Gond V., Thales M. & Gond, V. (2010) Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Maçaranduba (Pará,Brésil) entre 1997 et 2006. *Téledétection* **9**, 97-111.
- Parsons PA (1991) Biodiversity conservation under global climatic-change- the insect *Drosophila* as a biological indicator. *Global Ecology and Biogeography* **1**, 77–83.
- Pereira-Rêgo, D.R.G., Jahnke, S.M., Redaelli, L.R., Schaffer, N. (2011) Morfometria de *Anastrepha Fraterculus* (WIED) (Diptera:Tephritidae) relacionada a hospedeiros nativos, Myrtaceae. *Arquivos do Instituto Biológico* **78**, 37-43.
- R Development Core Team, 2011. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0. <<http://www.R-project.org/>>.
- Sene, F.M., Pereira, M.A.Q.R., Vilela, C.R., Bizzo, N.M.V. (1981) Influence of different ways to set baits for collection of *Drosophila* flies in three natural environments. *Drosophila Information Service* **56**, 118-121.

- Sevenster, J.G. & Van Alphen, J.J.M. (1993) A life history trade-off *Drosophila* species and community structure in variable environments. *Journal of Animal Ecology*, **62**, 720-736.
- Val, F.C. & Kaneshiro, K.Y. (1988) *Drosophilidae* (Diptera) from the Estação Biológica de Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution; p. 189-203 *In* P. E. Vanzolini and W. R. Heyer (ed.), Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro. *Academia Brasileira de Ciências*.
- Velasquez, E., Pelosi, C., Brunet, D., Grimaldi, M., Martins, M., Rendeiro, A.C. Barrios, R. & Lavelle, P. (2007) This ped is my ped: Visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates. *Pedobiologia* **51**, 75-87.
- Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. & Fink, W.L. (2004) Geometric morphometrics for biologists: a primer. *Elsevier Academic Press*, **443**.

Considerações finais

Dentre os objetivos desta tese, um deles se propôs a encontrar os padrões estruturais das assembléias de drosofilídeos em ambientes modificados para a agricultura. Esta prática ocasiona mudanças na paisagem culminando com o aumento da pressão sobre as florestas tropicais, com grande potencial de ameaça à integridade das comunidades locais. Buscamos identificar os principais fatores que atuam na estruturação da diversidade e no desenvolvimento dos indivíduos em áreas que apresentam um gradiente de perturbação humana.

Nossos achados identificaram efeitos dos parâmetros abióticos (abertura de dossel e umidade) sobre a composição e abundância das espécies, mas sem que as assembléias tenham sofrido mudanças significativas na riqueza. Nossos resultados sugerem que a estruturação das assembléias de drosofilídeos se adequa melhor às premissas estabelecidas pela teoria do nicho, que considera as condições do ambiente e as respostas adaptativas das espécies mais importantes do que configuração espacial ou tamanho da área como é sugerido pela teoria de biogeografia de ilhas. Adicionalmente, a Teoria da Competição, considerada uma das principais teorias que regem a assembléia de Drosophilidae, postula que a coexistência entre espécies é possíveis devido à partição de recurso, onde as espécies não sobrepõem completamente seus nichos ecológicos, cuja utilização de diferentes porções do mesmo recurso pode levar à diminuição na probabilidade de competição intra e interespecífica, levando a níveis variáveis de especialização.

Observamos que a morfometria foi um instrumento adequado para medir os efeitos das mudanças ambientais constatados nos indivíduos das quatro espécies aqui estudadas. Estes resultados mostram que a abertura de dossel e a umidade produziram alterações no tamanho e na forma dos indivíduos das espécies amostradas, levando a separação das populações nos diferentes tipos de usos. Neste estudo encontramos indivíduos maiores nas áreas de usos agrícolas, em relação àqueles presentes nas áreas de floresta. Este efeito pode ser resultante da capacidade de dispersão dos indivíduos maiores alcançarem novos habitats. Isto configura um alerta para o fato de que mudanças ambientais modularam as variações fenotípicas, e que podem estar refletindo alterações ao nível da estrutura genética das populações afetadas.

Os resultados apresentados aqui constituem evidência empírica que aponta para a importância da manutenção das parcelas florestais dentro dos sistemas agrícolas, criando um mosaico que represente uma heterogeneidade em escala local ou até mesmo de paisagem de modo a dar condições de permanência às espécies nativas e prevenir o domínio das espécies invasoras e assim garantir uma maior retenção de biodiversidade nestas paisagens.

Desafios futuros consistirão em identificar outros fatores que também possam estar relacionados com a estratégia de resposta dos drosofilídeos em relação às alterações ambientais. O efeito da quantidade de recursos tróficos disponíveis no ambiente que pode influenciar as interações entre as espécies de drosofilídeos, que utilizam uma grande variação de frutos

fermentados para alimentação e reprodução. Uma vez que os recursos podem ser afetados pela alteração ambiental, a redução dos impactos sobre os ambientes é importante para o equilíbrio dos fatores relacionados à disponibilidade e qualidade desses recursos.

Além de buscar compreender as relações estabelecidas entre a assembléia de Drosophilidae e os fatores sazonalidade e estratificação vertical da vegetação nos diferentes tipos de uso da terra, também é importante conhecer a existência de processos de recolonização das áreas de florestas em regeneração pelas espécies de Drosophilidae.

Apêndice

Apêndice 1

Tabela contendo nome das espécies e morfoespécies capturadas nos diferentes tipos de uso da terra

Espécies/morfoespécie	Autor/ano	Tipos de uso					
		capoeira	floresta	juquira	pastagem	Cultivos perenes	roça
AC09002		3					
<i>Bromeliae</i>							3
Cardini		8	1		1		2
<i>Drosophila aguape</i>	Val e Marques, 1996			1			
<i>D. annulimana</i>	Duda, 1927		1				
<i>D. ararama</i>	Pavan e Cunha, 1947	1	2				
<i>D. bromelioide</i>	Pavan e Cunha, 1947						1
<i>D. camargoi</i>	Dobzhansky e Pavan em Pavan, 1950	1			1		
<i>D. canalinea</i>	Patterson Mainland, 1944	6	8	3	1		6
<i>D. cardini</i>	Sturtevant, 1916	5	13	7	45	3	34
<i>D. cardinoides</i>	Dobzhansky e Pavan, 1943	6			13		19
<i>D. coffeata</i>	Williston, 1896	1	10	4	2		
<i>D. cuaso</i>	Bächli, Vilela e Ratcov, 2000	1	13			5	
<i>D. ellisoni</i>	Vilela, 1983						
<i>D. equinoxialis</i>	Dobzhansky, 1946		6	1			
<i>D. fasciola</i>	Williston, 1896	5	13		2		
<i>D. flexa</i>	Loew, 1866				1		
<i>D. fulvimacula</i>	Patterson Mainland, 1944	2	30	2	1	5	2
<i>D. fulvimaculoides</i>	Wasserman e Wilson, 1957	1	7		2		1

<i>D. fumipennis</i>	Enderlein, 1922	2	19	7	11		2
<i>D. impudica</i>	Duda, 1927	7	2		6	4	
<i>D. ivai</i>	Vilela, 1983	21	236	4	23	4	7
<i>D. malerkotliana</i>	Parshad e Paika, 1964	44	71	48	290	10	10
<i>D. mapiriensis</i>	mapiriensis Vilela e Bächli, 1990	4	8		3		1
<i>D. mediostriata</i>	Duda, 1925	2					
<i>D. melanogaster</i>	Meigen, 1830			2	8		60
<i>D. mirassolensis</i>	Mourao e Gallo, 1967						4
<i>D. moju</i>	Pavan, 1950		5	12	5		2
<i>D. nebulosa</i>	Sturtevant, 1916	3	2	8	13		1
<i>D. neocardini</i>	Streisinger, 1946	1	5	2	1	5	
<i>D. neocordata</i>	Magalhaes, 1956	2	3				1
<i>D. neomorpha</i>	Heed e Wheeler, 1957				1		
<i>D. neosaltans</i>	Pavan e Magalhaes em Pavan, 1950	1					
<i>D. nigrosaltans</i>	Magalhaes, 1962		1				
<i>D. paraguayensis</i>	Duda, 1927		4				
<i>D. paranaensis</i>	Barros, 1950				5		
<i>D. paulistorum</i>	Dobzhansky e Pavan em Burla et al., 1949	40	151	77	13	3	4
<i>D. polymorpha</i>	Dobzhansky e Pavan, 1943	4	5	3	1		2
<i>D. prosaltans</i>	Duda, 1927	13	55	27	8	1	10
<i>D. pseudosaltans</i>	Magalhaes, 1956		1	1			
<i>D. querubimae</i>	Vilela, 1983	2	2				
<i>D. repleta</i>	Wollaston, 1858				2		
<i>D. sturtevanti</i>	Duda, 1927	189	396	50	143	151	160
<i>D. subsaltans</i>	Magalhaes, 1956	2	27				
<i>D. trapeza</i>	Heed e Wheeler, 1957	1	34				1

<i>D. tropicalis</i>	Burla e da Cunha in Burla et al., 1949	12	10	1	13	1	1
<i>D. willistoni</i>	Sturtevant, 1916	127	395	88	32	9	8
<i>H. pictiventris</i>	Duda, 1925				1		
I09002				1			
Melanogaster				1			
Neotanigastreia		1			2		
Repleta		18	98	16	19	1	22
Rhinoleucophenga		3	10	5	103		53
S04006					1		
S04037			1				
S04038			12				
S08003			3	9			
S08005							1
S08008			14	2			2
S08011			2	1			
S08013		1		1	3		
S08017			1				
S08025		1					
S08026					1		
S08027							1
S08028			2		1		1
<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	Duda, 1940	50	152	50	2158	82	1651
<i>D. tripunctata</i>	Loew, 1862	2	14		3		1
<i>Zaprionus. indianus</i>	Gupta, 1970	20	35	42	647		212
<i>Z. vittinubila</i>	Burla, 1956	1					

Apêndice 2

Artigo no prelo

1. Non-linear loss of biodiversity along a gradient of deforestation in

Amazonia: a landscape perspective

Submetido pra publicação como:

Decaëns, T., Martins, M.B., Feijo, A., Oszwald, J., Dolédec, S., Sartre, X.A., Bonilla, D., Brown, G.G., Dias, E., Dubs, F., Ferreira, G., **Furtado, I.S.**, Gond, V., Marichal, R., Mitja, D., Miranda, I., Praxedes, C., Rougerie, R., Ruiz, D.H., Otero, J.T., Velasquez, A., Zararte, L.E.M., Lavelle, P., 2014. Non-linear loss of biodiversity along a gradient of deforestation in Amazonia: a landscape perspective. **Biological Sciences / Ecology**. (Prelo).

Abstract

The use of managed landscapes in addition to protected areas has been increasingly proposed as a solution to offset biodiversity erosion resulting from deforestation in the tropics. However, most studies address a limited number of taxonomic groups and/or a limited spatial scale, whereas cross-taxonomic and landscape-scale studies are needed. Here, we sampled seven target groups, representing four animal taxa and three vegetation strata, along of six landscape areas with increasing levels of deforestation and agricultural intensification. In each area, we sampled the target groups in 9 independent farms in which landscape mosaic features were thoroughly described and measured. We found a consistent decrease in species richness along the landscape gradient, and a marked threshold in the response of all target groups. This pattern is characterized however by a strong idiosyncrasy across groups, so that none of them constituted an appropriate indicator for the decline in the diversity of all others. Therefore we used a synthetic index that summarizes most of the variation in species richness for all the groups. This index significantly decreased along the gradient, highlighting a tipping point at intermediate levels of deforestation. This non-linear pattern was mainly related to the landscape metrics describing the loss in forest surface and quality and the land-use turnover rate. Our results suggest that a careful and appropriate use of managed landscapes may represent a sustainable solution to reduce biodiversity erosion in deforested tropical areas, as long as they present an adequate level of forest cover and patch quality within the landscape.



BIOLOGICAL CONSERVATION

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

ISSN: 0006-3207

•	Description	p.1
•	Audience	p.1
•	Impact Factor	p.1
•	Abstracting and Indexing	p.2
•	Editorial Board	p.2
•	Guide for Authors	p.4

DESCRIPTION

Biological Conservation is an international leading journal in the discipline of **conservation biology**. The journal publishes articles spanning a diverse range of fields that contribute to the biological, sociological, and economic dimensions of **conservation** and **natural resource management**. The primary aim of *Biological Conservation* is the publication of high-quality papers that advance the science and practice of conservation, or which demonstrate the application of conservation principles for natural resource management and policy. Therefore it will be of interest to a broad international readership.

Biological Conservation invites the [submission](#) of research articles, reviews (including systematic reviews and perspectives), short communications and letters to the [editor](#) dealing with all aspects of conservation science, including theoretical and empirical investigations into the consequences of human actions for the diversity, structure and function of terrestrial, aquatic or marine ecosystems. Such papers may include quantitative assessments of extinction risk, fragmentation effects, spread of invasive organisms, conservation genetics, conservation management, global change effects on biodiversity, landscape or reserve design and management, restoration ecology, or resource economics.

The journal's coverage of interdisciplinary topics within conservation biology is highly relevant to scientists at academic, research and non-governmental institutions. The journal also provides practical applications of conservation research for land/resource managers and policy makers charged with protecting biological diversity and ultimately implementing conservation science into conservation practice.

Biological Conservation is an affiliate publication of the Society for Conservation Biology (SCB). SCB members can obtain a [personal subscription](#) to this journal through the Society.

AUDIENCE

Environmentalists, conservationists, botanists, marine scientists, ecologists, biologists, zoologists.

IMPACT FACTOR

2013: 4.036 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2014

ABSTRACTING AND INDEXING

AGRICOLA
 Biological and Agricultural Index
 Elsevier BIOBASE
 Cambridge Scientific Abstracts
 Current Advances in Ecological Sciences
 Current Contents/Agriculture, Biology & Environmental Sciences
 EMBASE
 Energy Information Abstracts
 Environmental Periodicals Bibliography
 GEOBASE
 Science Citation Index
 Scopus

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

Richard B. Primack, Boston University, Boston, Massachusetts, USA

Editors:

Karen H. Beard, Utah State University, Logan, Utah, USA
Richard Corlett, Chinese Academy of Sciences (CAS), Menglun, Yunnan, China
Mark J. Costello, University of Auckland, Warkworth, New Zealand
Vincent Devictor, UMR CNRS-UM2 5554 cc065, Montpellier, France
Mauro Galetti, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, Brazil
Lian Pin Koh, University of Adelaide, Adelaide, South Australia, Australia
Robin Pakeman, The James Hutton Institute, Aberdeen, Scotland, UK
Andrew Pullin, Bangor University, Bangor, Gwynedd, Wales, UK
Tracey Regan, University of Melbourne, Parkville, Victoria, Australia

Book Review Editor:

Phillip Cafaro, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA

Editorial Board:

Barry Brook, University of Adelaide, Adelaide, South Australia, Australia
Tim Caro, University of California, Davis, Davis, California, USA
Regis Cereghino, Université de Toulouse I Capitole, Toulouse cedex 9, France
Jin Chen, Chinese Academy of Sciences (CAS), Menglun, Yunnan, China
Rochelle Constantine, University of Auckland, Auckland Mall Centre, Auckland, New Zealand
Markus Fischer, Universität Bern, Bern, Switzerland
Carlos Roberto Fonseca, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brazil
Kevin Gaston, University of Exeter, Penryn, Cornwall, England, UK
Laurent Godet, Université de Nantes, Nantes Cedex 3, France
Lena Gustafsson, Sveriges Lantbruks Universitet (SLU), Uppsala, Sweden
Stephen Hawkins, University of Southampton, Southampton, England, UK
Falk Huettmann, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, Alaska, USA
Zhigang Jiang, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing, China
Keith Kirby, University of Oxford, Oxford, UK
Jagdish Krishnaswamy, Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment (ATREE), Bangalore, India
William Laurance, James Cook University, Cairns, Queensland, Australia
Tien Ming Lee, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA
David Lindenmayer, Australian National University, Canberra, Australian Capital Territory, Australia
Rafael Dias Loyola, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brazil
Rob Marris, University of Liverpool, Liverpool, England, UK
Eve McDonald-Madden, University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia
Jean Paul Metzger, Universidade de São Paulo (USP), SAO PAULO, Brazil
Atte Mollanen, University of Helsinki, Helsinki, Finland
Peter Moyle, University of California, Davis, Davis, California, USA
Tim New, La Trobe University, Bundoora, Australia
Daniel Oro, Instituto Mediterraneo de Estudios Avanzados, Esporles, Spain
Jacob Pollock, University of California at Santa Cruz, Santa Cruz, California, USA
Peter Poschod, University of Regensburg, Regensburg, Germany
William Ripple, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA

Denis Saunders**Mark Schwartz**, University of California, Davis, Davis, California, USA**Cagan Sekercioglu**, The University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA**Phill Watts**, University of Liverpool, Liverpool, UK**Serge Wich**, Liverpool John Moores University (LJMU), Liverpool, England, UK**Jeffrey Wielgus**, World Resources Institute, Washington, District of Columbia, USA

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

[ypyw-gfa-banner.gif](#) your paper your way

INTRODUCTION

Please read all information carefully and follow the instructions in detail when preparing your manuscript.

Manuscripts that are not prepared according to our guidelines will be sent back to authors without review.

Biological Conservation encourages the submission of high-quality manuscripts that advance the science and practice of conservation, or which demonstrate the application of conservation principles for natural resource management and policy. Given the broad international readership of the journal, published articles should have global relevance in terms of the topics or issues addressed, and thus demonstrate applications for conservation or resource management beyond the specific system or species studied.

Types of paper

Word counts include text, references, figures and tables. Each figure or table should be considered equal to 300 words.

1. Full length articles (Research papers)

Research papers report the results of original research. The material must not have been previously published elsewhere. Full length articles are usually up to 8,000 words.

2. Review articles

Reviews should address topics or issues of current interest. They may be submitted or invited. Review articles are usually up to 12,000 words and must include a Methods section explaining how the literature for review was selected.

3. Systematic reviews:

A systematic review applies a methodology to collect together and appraise the scientific evidence on a specific question or hypothesis. Its main strengths are the transparent approach to minimizing bias in considering importance of data. For a more elaborate explanation of systematic reviews, please check the following link: <http://www.environmentalevidence.org/Authors.html>.

Systematic reviews should not exceed 8,000 words. Although the manuscript should report the main outcomes of the systematic review, it is expected that the full review and associated data will be made available online.

Authors who intend to conduct a systematic review and submit a manuscript are kindly advised to contact Reviews Editor Andrew Pullin (a.s.pullin@bangor.ac.uk) at an early stage. Initial guidance can be crucial in ensuring that the review qualifies as a systematic review.

4. Perspectives

These articles provide an opportunity for authors to present a novel, distinctive, or even personal viewpoint on any subject within the journal's scope. The article should be well grounded in evidence and adequately supported by citations but may focus on a stimulating and thought-provoking line of argument that represents a significant advance in thinking about conservation problems and solutions. Perspectives articles should not exceed 8000 words.

5. Short communications

Short communications are meant to highlight important research that is novel or represents highly significant preliminary findings, and should be less than 4,000 words.

6. Book Reviews

Book reviews will be included in the journal on a range of relevant titles that are not more than two years old. These are usually less than 2,000 words. Please submit your requests/ideas to Philip Cafaro at philip.cafaro@colostate.edu.

7. Letters to the Editor

Letters to the editor are written in response to a recent article appearing in the journal. Letters should be less than 800 words, with references kept to a minimum (three or fewer references).

8. Special Issue papers

Biological Conservation accepts special issue proposals. Please complete the special issue proposal form and send it to the Editor-in-Chief Richard Primack at primack@bu.edu

9. Reviewer Commentary

A Reviewer Commentary is an elaboration on a review report, written by a referee upon invitation by the Editor only. It expresses an interesting or useful view on the article that the referee reviewed. A reviewer commentary contains a maximum of 1500 words and 6 references.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Policy and Ethics

All appropriate ethics and other approvals were obtained for the research. Where appropriate, authors should state that their research protocols have been approved by an authorized animal care or ethics committee, and include a reference to the code of practice adopted for the reported experimentation or methodology. The Editor will take account of animal welfare issues and reserves the right not to publish, especially if the research involves protocols that are inconsistent with commonly accepted norms of animal research.

Conflict of Interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Editors likewise require reviewers to disclose current or recent association with authors and other special interest in this work.

All sources of financial support for the project should be disclosed. This declaration (with the heading "Role of the funding source") should be made in a separate section of the text and placed before the References. Authors must describe the role of the study sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis, and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the paper for publication. (In addition some funding organizations have particular policies to enable their grant recipients to publish open access in Elsevier journals - for more detail on this, please visit our [Funding Body Agreements](#) page.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by

the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. More information about this can be found here: <http://www.elsevier.com/authors/article-transfer-service>.

Copyright

This journal offers authors a choice in publishing their research: Open access and Subscription.

For subscription articles

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <http://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

For open access articles

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights. For more information on author rights for:

Subscription articles please see <http://www.elsevier.com/journal-authors/author-rights-and-responsibilities>.

Open access articles please see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse

- An open access publication fee is payable by authors or their research funder

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our access programs (<http://www.elsevier.com/access>)
- No open access publication fee

All articles published open access will be immediately and permanently free for everyone to read and download. Permitted reuse is defined by your choice of one of the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY): lets others distribute and copy the article, to create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), to include in a collective work (such as an anthology), to text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA): for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, to create extracts, abstracts and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), to include in a collective work (such as an anthology), to text and data mine the article, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation, and license their new adaptations or creations under identical terms (CC BY-NC-SA).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND): for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

To provide open access, this journal has a publication fee which needs to be met by the authors or their research funders for each article published open access.

Your publication choice will have no effect on the peer review process or acceptance of submitted articles.

The open access publication fee for this journal is **\$2500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Referees

Authors are at liberty to suggest the names of up to three potential reviewers (with full contact details). Potential reviewers should not include anyone with whom the authors have collaborated during the research being submitted.

Additional Information

Editorial Process

Publishing space in the journal is limited, such that many manuscripts must be rejected. To expedite the processing of manuscripts, the journal has adopted a two-tier review process. During the first stage of review, the handling editor evaluates the manuscript for appropriateness and scientific

content, taking advice where appropriate from members of the editorial board. Criteria for rejection at this stage include: **Manuscript lacks a strong conservation focus or theme, or management implications not well-developed.** Please note that research on a rare or endangered species or ecosystem is not sufficient justification to merit publication in *Biological Conservation*. Published research must also advance the science and practice of conservation biology, and thus have broader application for a wide international audience. **Manuscript subject matter more appropriate for another journal.** Natural history or biodiversity surveys, including site descriptions, are usually better suited for other outlets, such as a regional or taxon-specific journal. Similarly, manuscripts with a primarily behavioral, genetic or ecological focus are more appropriate for journals in those fields. For example, studies reporting on disturbance effects, species interactions (e.g., predator-prey, competitive, or pollinator-host plant interactions), species-habitat relationships, descriptive genetics (e.g., assays of genetic variation within or between populations), or behavioral responses to disturbance will be referred elsewhere if they lack a clear conservation message. Authors are advised to contact an Editor prior to submission if there are any questions regarding the appropriateness of a manuscript for the journal. **Study primarily of local or regional interest.** *Biological Conservation* is international in scope, and thus research published in the journal should have global relevance, in terms of the topics or issues addressed. **Study poorly designed or executed.** Research lacks spatial or temporal replication, has insufficient sample sizes, or inadequate data analysis. Such obvious indications of poor-quality science will be cause for immediate rejection. **Manuscript poorly written.** Poor writing interferes with the effective communication of science. Authors for whom English is not the first language are advised to consult with a technical language editor before submission. **Conservation research ethics violated.** Research was unnecessarily destructive, was conducted for the express purpose of causing harm/mortality (e.g., simulation of treatment or disturbance effects on survivorship), or violated ethics in the treatment and handling of animals. Where appropriate, authors must provide a statement and supporting documentation that research was approved by the authors' institutional animal care and use committee(s). Manuscripts that pass this first stage of editorial review are then subjected to a second stage of formal peer review. This involves evaluation of the manuscript by at least two specialists within the field of study, which may include one or more members of the editorial board. Beyond a critical assessment of the scientific content and overall presentation, referees are asked to evaluate the originality, likely impact and global relevance of the research. Referees make a recommendation to the handling editor, but note that it is ultimately the decision of the handling editor as to whether a manuscript is accepted for publication in *Biological Conservation*.

Editor-in-Chief

Dr Richard B. Primack

Biology Department
Boston University
5 Cummington Street
Boston, MA 02215
USA
Phone: +1 617 353 2454
Email: primack@bu.edu

Editors

Dr. Karen H. Beard, Utah State University, Dept. of Wildland Resources and the Ecology Center, Logan, UT 84322-5230, USA, karen.beard@usu.edu

Dr. Richard Corlett, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Menglun, 666303 Yunnan, China, Email: corlett@xtbg.org.cn

Dr. Mark Costello, Institute of Marine Science, Leigh Marine Lab., PO Box 349, University of Auckland, 0941 Warkworth, New Zealand, Email: m.costello@auckland.ac.nz

Dr. Mauro Galetti, Departa. de Ecologia, CP 199, Lab. de Biologia da Conservação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 13506-900 Rio Claro, SP, Brazil, Email: mgaletti@rc.unesp.br

Dr. Lian Pin Koh, School of Earth and Environmental Sciences, The University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia, Email: lianpinkoh@gmail.com

Dr. Vincent Devictor, UMR CNRS-UM2 5554 cc065, Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier, Place Eugène Bataillon, 34090 Montpellier, France Email: vincent.devictor@univ-montp2.fr

Professor Robin Pakeman, The James Hutton Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, AB15 8QH, UK, Email: robin.pakeman@hutton.ac.uk

Dr. Andrew S. Pullin, Centre for Evidence-Based Conservation, School of Environment and Natural Resources, University of Wales, Bangor Bangor, Gwynedd UK LL57 2UW, Phone: +44 1248 382 289, Email: a.s.pullin@bangor.ac.uk

Dr. Tracey Regan, The School of Botany, The University of Melbourne, Parkville, 3010, Victoria, Australia, Email: tregan@unimelb.edu.au.

Book Review Editor

Professor Philip Cafaro

Colorado State University, USA Email: philip.cafaro@colostate.edu

PREPARATION

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

Please use correct, continuous line numbering and page numbering throughout the document.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes.

Divide the article into clearly defined sections.

Tables and Figures

Please place legends above Tables and below Figures. They should follow the References at the end of the manuscript.

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Please use correct, continuous line numbering and page numbering throughout the document.

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word

processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Please use single spacing throughout the document. Use continuous line numbering throughout the document. Avoid full justification, i.e., do not use a constant right-hand margin. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Number every page of the manuscript, including the title page, references tables, etc. Present tables and figure legends on separate pages at the end of the manuscript. Layout and conventions must conform with those given in this guide to authors. **Journal style has changed over time so do not use old issues as a guide.** Number all pages consecutively. Italics are not to be used for expressions of Latin origin, for example, *in vivo*, *et al.*, *per se*. Use decimal points (not commas); use a space for thousands (10 000 and above).

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Cover letter

Submission of a manuscript must be accompanied by a cover letter that includes the following statements or acknowledgements: The work is all original research carried out by the authors. All authors agree with the contents of the manuscript and its submission to the journal. No part of the research has been published in any form elsewhere, unless it is fully acknowledged in the manuscript. Authors should disclose how the research featured in the manuscript relates to any other manuscript of a similar nature that they have published, in press, submitted or will soon submit to *Biological Conservation* or elsewhere. The manuscript is not being considered for publication elsewhere while it is being considered for publication in this journal. Any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript. All sources of funding are acknowledged in the manuscript, and authors have declared any direct financial benefits that could result from publication. All appropriate ethics and other approvals were obtained for the research. Where appropriate, authors should state that their research protocols have been approved by an authorized animal care or ethics committee, and include a reference to the code of practice adopted for the reported experimentation or methodology. The Editor will take account of animal welfare issues and reserves the right not to publish, especially if the research involves protocols that are inconsistent with commonly accepted norms of animal research. Please include a short paragraph that describes the main finding of your paper, and its significance to the field of conservation biology. The authors should state in the cover letter if the paper in any form has previously been submitted to *Biological Conservation*. In that case the authors should specify the original manuscript number.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Glossary

Please supply, as a separate list, the definitions of field-specific terms used in your article.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative, yet not overly general. If appropriate, include the species or ecosystem that was the subject of the study, or the location where the study was done. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required (maximum length of 250 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the methods used, the principal results and major conclusions. Please try to keep each sentence as specific as possible, and avoid such general statements as "The management implications of the results are discussed". An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Stereochemistry abstract

For each important chiral compound you are requested to supply a stereochemistry abstract detailing structure, name, formula and all available stereochemical information for eventual incorporation into a database. An abstract for only one enantiomer per compound is required.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Nomenclature and Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI) for all scientific and laboratory data. If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI.

Common names must be in lower-case except proper nouns. All common names must be followed by a scientific name in parentheses in italics. For example, bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). Where scientific names are used in preference to common names they should be in italics and the genus should be reduced to the first letter after the first mention. For example, the first mention is given as *Tursiops aduncus* and subsequent mentions are given as *T. aduncus*.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
 - Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
 - Number the illustrations according to their sequence in the text.
 - Use a logical naming convention for your artwork files.
 - Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
 - For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
 - Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.
- A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications that can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

The supplementary material should be cited as an online Appendix to the paper, usually in the Methods. If it contains several tables, images and/or figures, these should be cited as Table A1, Figure A1 and so on.

Authors are strongly encouraged to make the data supporting their paper available to readers through an open-access data repository and/or as an Appendix to the paper. For more details on journal data policy see the paragraphs on *Data Depositing and Linking to and depositing data at PANGAEA*.

Data Depositing

Ideally, data should be freely available online through a specialist data centre that provides a permanent archive (repository) for the dataset, and may integrate the data with other datasets using international standards. Examples include PANGAEA, and GBIF and its major contributors such as OBIS and VertNet. Some Ocean Data Centres may also provide this service. Where such a data centre does not exist, we ask that the data be made freely available online from a permanent archive (repository). Where possible, it should follow international data standards. This may be an institutional repository for its staff. The data should be accompanied by sufficient information (metadata) for the reader to understand its composition and origins, and determine if it is fit for their purpose. In particular, the data should allow the results of the publication to be reproduced. Data being downloadable from departmental or personal websites is not regarded as permanently archived.

Open data

This journal supports Open Data, enabling authors to submit any raw (unprocessed) research data with their article for open access publication on ScienceDirect under the CC BY license. For more information, please visit <http://www.elsevier.com/about/research-data/open-data>.

Data at PANGAEA

Electronic archiving of supplementary data enables readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in your paper. We recommend that data should be deposited in the data library PANGAEA (<http://www.pangaea.de>). Data are quality controlled and archived by an editor in standard machine-readable formats and are available via Open Access. After processing, the author receives an Identifier (DOI) linking to the supplements for checking. As your data sets will be citable you might want to refer to them in your article. In any case, data supplements and the article will be automatically linked as in the following example: doi:10.1016/0016-7037(95)00105-9. Please use PANGAEA's web interface to submit your data (<http://www.pangaea.de/submit/>).

Google Maps and KML files

KML (Keyhole Markup Language) files (optional): You can enrich your online articles by providing KML or KMZ files which will be visualized using Google maps. The KML or KMZ files can be uploaded in our online submission system. KML is an XML schema for expressing geographic annotation and visualization within Internet-based Earth browsers. Elsevier will generate Google Maps from the

submitted KML files and include these in the article when published online. Submitted KML files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. For more information see <http://www.elsevier.com/googlemaps>.

Interactive Phylogenetic Trees

You can enrich your online articles by providing phylogenetic tree data files (optional) in Newick or NeXML format, which will be visualized using the interactive tree viewer embedded within the online article. Using the viewer it will be possible to zoom into certain tree areas, change the tree layout, search within the tree, and collapse/expand tree nodes and branches. Submitted tree files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. Each tree must be contained in an individual data file before being uploaded separately to the online submission system, via the 'phylogenetic tree data' submission category. Newick files must have the extension .new or .nwk (note that a semicolon is needed to end the tree). Please do not enclose comments in Newick files and also delete any artificial line breaks within the tree data because these will stop the tree from showing. For NeXML, the file extension should be .xml. Please do not enclose comments in the file. Tree data submitted with other file extensions will not be processed. Please make sure that you validate your Newick/NeXML files prior to submission. For more information please see <http://www.elsevier.com/phylogenetictrees>.

Interactive plots

This journal encourages you to include data and quantitative results as interactive plots with your publication. To make use of this feature, please include your data as a CSV (comma-separated values) file when you submit your manuscript. Please refer to <http://www.elsevier.com/interactiveplots> for further details and formatting instructions.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately - please upload all of your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).

AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/89/p/8045/. You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2014 Elsevier | <http://www.elsevier.com>

Apêndice 4

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS**FUNCTIONAL ECOLOGY****Jump to...**

[Editorial policy](#) | [Prior publication policy](#) | [Types of papers](#) | [Page limits](#) | [Animal welfare and legal policy](#) | [Publication ethics](#) | [Conflicts of Interest](#) | [Data Archiving](#) | [Submission](#) | [Manuscript tracking](#) | [Supporting information](#) | [English editing](#) | [Style and formatting](#) | [Manuscript specifications](#) | [Revisions and accepted papers](#) | [Lay summaries](#) | [Licence to Publish](#) | [Proofs](#) | [Accepted Online](#) | [Promoting your article](#) | [Early View](#) | [Open access](#) | [Offprints](#)

Please read and follow the instructions for authors given below. When your manuscript has been prepared in accordance with these instructions and you are ready to submit online, go to <http://mc.manuscriptcentral.com/fe-besjournals>. All subsequent correspondence regarding papers and all other enquiries should be sent to the Assistant Editor, Jennifer Meyer, at admin@functionalecology.org

Editorial Policy *Functional Ecology* is published six times a year. The journal publishes original research papers that enable a mechanistic understanding of ecological pattern and process from the organismic to the ecosystem scale. Because of the multifaceted nature of this challenge, papers can be based on a wide range of approaches. Thus, manuscripts may vary from physiological, genetics, life-history, and behavioural perspectives for organismal studies to community and biogeochemical studies when the goal is to understand ecosystem and larger scale ecological phenomena.

We require that all papers place the research into a broad conceptual and/or comparative context. The results should have broad conceptual significance, and not just be of significance for the focal species or small group of species.

Papers may describe experimental, comparative or theoretical studies on any types of organism. Work that is purely descriptive, or that focuses on population dynamics (without investigation of the underlying factors influencing population dynamics) will not be accepted unless it sheds light on those areas mentioned above.

The Senior Editors reject a substantial portion of papers pre-review, within a few days. Peer review typically takes 6-8 weeks.

Functional Ecology works together with Wiley's Open Access Journal, [Ecology and Evolution](#), to enable rapid publication of good quality research that is unable to be accepted for publication by our journal. Authors may be offered the

option of having the paper, along with any related peer reviews, automatically transferred for consideration by the Editors of *Ecology and Evolution*. Authors will not need to reformat or rewrite their manuscript at this stage, and publication decisions will be made a short time after the transfer takes place. The Editors of *Ecology and Evolution* will accept submissions that report well-conducted research which reaches the standard acceptable for publication. *Ecology and Evolution* is a Wiley Open Access journal and article publication fees apply. For more information please go to www.ecolevol.org.

Prior publication policy

BES journals do not consider for publication articles that have already been published in substantial part or in full within a scientific journal, book or similar entity. However, posting an article on the author's personal website or in an institutional repository is not viewed as prior publication and such articles can therefore be submitted. Theses and dissertations do not count as prior publication. The journals will also consider for publication manuscripts that have been posted in a recognized preprint archive (such as arXiv and PeerJ PrePrints), providing that upon acceptance of their article for publication the author is still able to grant the BES an exclusive licence to publish the article, or agree to the terms of an OnlineOpen agreement and pay the associated fee. Following submission and peer review organized by the journal, posting of revised versions of the article on a preprint server with a CC-BY licence might affect an author's ability to sign an Exclusive Licence to publish in a BES journal.

It is the responsibility of authors to inform the journal at the time of submission if and where their article has been previously posted and, if the manuscript is accepted for publication in a BES journal authors are required to provide a link to the final manuscript alongside the original preprint version.

Types of Papers Published *Functional Ecology* publishes four types of papers.

- Standard Papers - a typical experimental, comparative or theoretical paper.
- Reviews - syntheses of topics of broad ecological interest.
- Perspectives - short articles presenting new ideas (without data) intended to stimulate scientific debate.
- Commentaries - short communications on a paper within an issue or on a topical subject.

Functional Ecology does not publish manuscripts whose primary purpose is to critique papers published in other journals. We do, however, consider perspective pieces that review and critique the broader literature on a topic. Authors interested in submitting Reviews are encouraged to contact the Executive Editor, [Professor Charles Fox](#).

Page Limits The journal does not impose specific length constraints on papers. However, preference is given to shorter, more concise papers. Papers may be returned for shortening before review if the editor deems the paper to be longer than the topic or data warrant. Papers that will be longer than 10-12 typeset pages are usually returned for shortening before review.

Animal Welfare and Legal Policy Researchers must have proper regard for conservation and animal welfare considerations. Attention is drawn to the [Guidelines for the Treatment of Animals in Behavioural Research and Teaching](#). Any possible adverse consequences of the work for ecosystems, populations or individual organisms must be weighed against the possible gains in knowledge and its practical applications. Authors must state in their manuscript that their work conforms to the legal requirements of the country in which it was carried out, and should provide permit numbers (when available) in the methods or acknowledgements. Editors may seek advice from reviewers on ethical matters and the final decision will rest with the editors.

Publication Ethics On submission of a paper authors will be asked whether any of the data or content of the submitted paper is already in the public domain (e.g. in a publicly accessible pre-print repository or report) and to confirm that references have been included to any relevant source/s in the manuscript. Dual publication of an article is not permitted. All queries should be directed to admin@functionalecology.org.

This journal is a member of and subscribes to the principles of the [Committee on Publication Ethics](#) (COPE).

Conflicts of Interest

The journal requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise, that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal.

If the authors have no conflict of interest to declare, they must also state this at submission. It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and to collectively list in the online submission system and in the manuscript Acknowledgments section ALL pertinent commercial and other relationships.

Data Archiving

Data are important products of the scientific enterprise, and they should be preserved and usable for decades in the future. The British Ecological Society

thus requires that data (or, for theoretical papers, mathematical and computer models) supporting the results in papers published in its journals will be archived in an appropriate public archive, such as [Dryad](#), [TreeBASE](#), [NERC data centre](#), [GenBank](#), [figshare](#) or another archive of the author's choice that provides comparable access and guarantee of preservation. Authors may elect to have the data made publicly available at time of publication or, if the technology of the archive allows, may opt to embargo access to the data for a period of up to a year after publication.

Exceptions, including longer embargoes or an exemption from the requirement, may be granted at the discretion of the editor, especially for sensitive information such as confidential social data or the location of endangered species.

For further details about archiving data associated with papers published in the BES journals please click [here](#). A list of repositories suitable for ecological data is available [here](#).

A statement must be included in your manuscript indicating where the data are deposited (in an external archive, in supporting information, etc.), or an explanation must be provided explaining why there are no additional data (e.g., all data are included in the manuscript, the data are confidential, the data are under a long embargo, etc.)

Manuscript Submission *Functional Ecology* has a fully web-based system for the submission and review of manuscripts. Authors should submit their manuscripts online. Full instructions (and a helpline) are accessible from the 'Get Help Now' icon on the submission site at <http://mc.manuscriptcentral.com/fe-besjournals>. Following submission, or if you experience any difficulties with submission, please direct your enquiries to the Assistant Editor, Jenny Meyer, at admin@functionalecology.org.

Manuscripts should be prepared in accordance with the following guidelines.

All submitted papers must be double-spaced, with sequential line numbers throughout the entire document. It is the authors' responsibility to ensure that the submission is complete and correctly formatted, to avoid delay or rejection. Please refer to the *Functional Ecology* [Manuscript Template](#) for an example of manuscript formatting.

- During submission, all authors must confirm that:
- the work as submitted has not been published or accepted for publication, nor is being considered for publication elsewhere, either in whole or substantial part;
- the work is original and all necessary acknowledgements have been made;

- all authors and relevant institutions have read the submitted version of the manuscript and approve its submission;
- all persons entitled to authorship have been so included;
- the work conforms to the legal requirements of the country in which it was carried out, and to accepted international ethical standards, including those relating to conservation and animal welfare, and to the journal's policy on these matters (see 'Animal Welfare and Legal Policy' above).

Manuscript Tracking Manuscripts under consideration can be tracked on Manuscript Central. Authors can track their manuscripts through the production process to publication online and in print using Author Services. Authors will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system, so please ensure that a working and monitored e-mail address is provided. Visit the [Wiley-Blackwell Author Services](#) page for more details on online production tracking, tips on article preparation and submission, and more.

Supporting Information *Functional Ecology* encourages authors to make extensive use of supporting information, moving useful but unimportant information from the manuscript to supporting information. This will not appear in print, but will be included as online appendices. Supporting information can be in any appropriate file format (including doc, LaTeX, excel, rtf, etc.) but all SI files should include a header with the full title of the paper, author names and that the information is in support of an article published in *Functional Ecology*.

Journal guidelines are available by clicking the Instructions & Forms tab on the [ScholarOne Manuscript submission page](#). Further technical details are available from the publisher at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppmat.asp>. All supporting information should be submitted online with the initial submission of the manuscript. Supporting information is subject to peer review along with the manuscript.

Pre-submission English-language Editing Authors for whom English is a second language may wish to consider having their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Manuscript Style and Formatting

Standard Papers. A standard paper is a typical experimental, comparative or theoretical paper. Although we do not impose length restrictions on papers, we do require that papers make appropriate use of the space available. Please refer to the Functional Ecology [Manuscript Template](#) for an example of manuscript formatting. The target length of Standard Papers is approximately

7,000 words, including references.

The typescript should be arranged as follows:

Title page. This should contain the following.

- A concise and informative title. Do not include the authorities for taxonomic names in the title.
- A list of authors' names, with names and addresses of their Institutions.
- The name, address and e-mail address of the correspondence author to whom proofs will be sent.
- A running headline of not more than 45 characters.

Summary. This should list the main results and conclusions, using simple, factual, numbered statements.

- Summaries are typically less than 350 words and should be understandable in isolation and by the non-specialist.
- Summaries should start with a bullet point 1 describing the broad conceptual question addressed by the study, and only delve into the study system and specific question in bullet point 2.
- Summaries should also end with a final bullet point highlighting the conceptual advance(s) that comes from the current study; i.e. it should highlight the broader conceptual implication of the results and conclusions of the current study.
- Advice for optimizing your Summary (and Title) so that your paper is more likely to be found in online searches is provided at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/seo.asp>

Key-words. A list in alphabetical order not exceeding ten words or short phrases, excluding words used in the title.

Introduction. The Introduction should state the reason for doing the work, the nature of the hypothesis or hypotheses under consideration, and the essential background. Though the exact structure of Introductions will vary among papers, they should always start by developing the broad conceptual context for the work before delving into the details of the study system and the specific question as framed for this paper.

Materials and methods. This section should provide sufficient details of the techniques to enable the work to be repeated. Do not describe or refer to commonplace statistical tests in Methods but allude to them briefly in Results. Details that are valuable but not critical can be presented in an Appendix to be published as online supporting information.

Results. The results should draw attention in the text to important details shown

in tables and figures.

Discussion. This should point out the significance of the results in relation to the reasons for doing the work, and place them in the context of other work.

Acknowledgements. In addition to acknowledging collaborators, research assistants, and previous reviewers of your manuscript, include relevant permit numbers (including institutional animal use permits), acknowledgment of funding sources, and give recognition to nature reserves or other organizations that made this work possible.

Data Accessibility. **Authors are required to provide a statement here.** If the paper has archived data associated with it, the authors are required to state the location. To enable readers to locate archived data from papers, we require that authors list the database and the respective accession numbers or DOIs for all data from the manuscript that has been made publicly available. See the Specifications below or [Data Archiving Q&A](#) for more details.

If there are no archived data associated with this paper, the authors should give a statement with an explanation, eg.

- All data used in this manuscript are present in the manuscript and its supporting information.
- This manuscript does not use data (eg. Perspectives, FE Spotlights, etc.)
- Some or all of the data associated with this paper have not been publically archived. [Please state the approved justification for this. Long embargoes and waivers will only be granted in exceptional circumstances.]

References (see Specifications)

Tables (see Specifications). These should be referred to in the text as Table 1, Table 2, etc. Do not present the same data in both figure and table form. Do not use an excessive number of digits when writing a decimal number to represent the mean of a set of measurements (the number of digits should reflect the precision of the measurement).

Figures (see Specifications). Figures should be referred to in the text as Fig. 1, etc. (note Figs 1 and 2 with no period). Illustrations should be referred to as Figures. *When possible, include a key to symbols on the figure itself rather than in the figure legend.*

Reviews and Perspectives. Most Reviews and Perspectives will be in essay format, with the subject headings dependent on the topic of the paper. See recent editions of the journal for examples.

Manuscript Specifications

Manuscripts. The paper must include sequential line numbering throughout, and pages should be numbered consecutively, including those containing acknowledgements, references, tables and figure legends. Authors should submit the main document as a RTF or Word file. Figures can be embedded or uploaded as separate files. The RTF and Word will be converted to PDF (portable document format) upon upload. Reviewers will review the PDF version while the Word file will remain accessible by the Editorial Office. Manuscripts must be in English, and spelling should conform to the *Oxford English Dictionary*. Please refer to the Functional Ecology [Manuscript Template](#) for an example of manuscript formatting.

Figures. Please submit electronic artwork as TIFF files (for half-tones) or non-rasterized EPS files (for vector graphics) if possible. Detailed information on the publisher's digital illustration standards is available at <http://authorservices.wiley.com/electronicartworkguidelines.pdf>. When uploaded the appropriate file designation should be selected from the options on Manuscript Central.

Please ensure that symbols, labels, etc. are large enough for 50% reduction. Figures should not be boxed and tick marks should be on the inside of the axes. If several photographs are used together to make one figure, they should be well matched for tonal range. All figure files should be labelled with the manuscript number and figure number.

Colour photographs or other figures online incur no costs however it is the policy of *Functional Ecology* for authors to pay the full cost for their print reproduction (currently £150 for the first figure, £50 thereafter). If no funds are available to cover colour costs, the journal offers free colour reproduction online (with black-and-white reproduction in print). If authors require this, they should write their figure legend to accommodate both versions of the figure, and indicate their colour requirements on the [Colour Work Agreement Form](#). This form should be completed in all instances where authors require colour, whether in print or online. Therefore, at acceptance, please download the form and return it to the Production Editor (Penny Baker, Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK. E-mail: penny.baker@wiley.com). Please note that if you require colour content your paper cannot be published until this form is received.

Figure legends. In the full-text online edition of the journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to the full-screen version. Therefore the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the figure.

Tables. Each table should be on a separate page, numbered and titled.

Data Accessibility. A statement must be included in your manuscript indicating where the data are deposited (in an external archive, in supporting information,

etc.), or an explanation must be provided explaining why there are no additional data (e.g., all data are included in the manuscript, the data are confidential, the data are under a long embargo, etc.) A list of databases with relevant accession numbers or DOIs for all data from the manuscript that has been made publicly available should be included in this section. For example:

Data Accessibility

- Species descriptions: uploaded as online supporting information
- Phylogenetic data: TreeBASE Study accession no. Sxxxx
- R scripts: uploaded as online supporting information
- Sample locations, IMA2 input files and microsatellite data: DRYAD entry doi: xx.xxxx/dryad.xxxx

Data deposited in the Dryad repository: <http://doi.org/10.5061/dryad.585t4>

Archived date (such as data archived on DRYAD) should be included in the references as well as the Data accessibility session.

References. References to work by up to three authors in the text should be in full on first mention, e.g. (Able, Baker & Charles 1986), and subsequently abbreviated (Able et al. 1986). When different groups of authors with the same first author and date occur, they should be cited thus: (Able, Baker & Charles 1986a; Able, David & Edwards 1986b), then subsequently abbreviated to (Able et al. 1986a; Able et al. 1986b). If the number of authors exceeds three, they should always be abbreviated thus: (Carroll et al. 2007). References in the text should be listed in chronological order. References in the list should be in alphabetical order with the journal name in full. The format for papers, entire books, and chapters in books is as follows.

Carroll, S.P., Hendry A.P., Reznick, D.N. & Fox, C.W. (2007) Evolution on ecological time-scales. *Functional Ecology*, **21**, 387-393.

Darwin, C. (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. J. Murray, London.

Travis, J. (1994) Evaluating the adaptive role of morphological plasticity. *Ecological Morphology* (eds P.C. Wainwright & S.M. Reilly), pp. 99-122. University of Chicago Press, Chicago.

Platenkamp, G.A.J. (1989) *Phenotypic plasticity and genetic differentiation in the demography of the grass Anthoxanthum odoratum L.* PhD thesis, University of California, Davis.

References should be cited as 'in press' only if the paper has been accepted for publication. Other references should be cited as 'unpublished' and not included in the list. Any paper cited as 'in press' must be uploaded with the manuscript as a file 'not for review' so that it can be seen by the editors and, if necessary, made available to the reviewers. Work not yet submitted for publication may be cited in the text and attributed to its author as: 'full author name, unpublished data'.

EndNote reference styles can be searched for [here](#)

Reference Manager reference styles can be searched for [here](#)

Archived data (such as data archived on Dryad or figshare) should also be included in the references as well as the data accessibility section.

Citations from World Wide Web. Citations from the World Wide Web are allowed only when alternative hard literature sources do not exist for the cited information. Authors are asked to ensure that:

- fully authenticated addresses are included in the reference list, along with titles, years and authors of the sources being cited;
- the sites or information sources have sufficient longevity and ease of access for others to follow up the citation;
- the information is of a scientific quality at least equal to that of peer-reviewed information available in learned scientific journals.

Scientific names. Give the Latin names of each species in full (together with the authority for that name for the species studied) at first mention in the main text. After this, the common or generic names (when they exist) can be used. If there are many species, cite a Flora or checklist that may be consulted instead of listing them in the text. Do not give authorities for species cited from published references. Use scientific names in the text (with colloquial names in parentheses, if desired).

Makers' names. Special pieces of equipment should be described such that a reader can trace specifications by writing to the manufacturer; thus: 'Data were collected using a solid-state data logger (CR21X, Campbell Scientific, Utah, USA).' Where commercially available software has been used, details of the supplier should be given in parentheses or the reference given in full in the reference list.

Units and symbols. Authors are requested to use the International System of Units (SI, *Système International d'Unités*) where possible for all measurements (see *Quantities, Units and Symbols*, 2nd edn (1975) The Royal Society, London). Note that mathematical expressions should contain symbols not abbreviations. If the paper contains many symbols, they should be defined as early in the text as possible, or within a subsection of the Materials and methods section.

Mathematical material. Mathematical expressions should be carefully represented. Suffixes and operators such as *d*, *log*, *ln* and *exp* will be set in Roman type; matrices and vectors will be set in bold type; other algebraic symbols (except Greek letters) will be set in italic. Make sure that there is no confusion between similar characters like 'l' (ell) and '1' (one). Also make sure that expressions are spaced as they should appear and, if there are several equations, they should be identified by a number in parentheses.

Numbers in text. Numbers from one to nine should be spelled out except when used with units; e.g. two eyes, but 10 stomata and 5 years.

Requests for Revisions and Processing of Accepted Papers

Revision. A revision should be submitted within 3 months of being requested unless the editor agrees to an extension. Revisions may be re-reviewed, at the discretion of the editor.

Final versions of papers. Final versions of accepted manuscript must be submitted in an electronic word processor format (such as MS Word). These files will be used by the publisher and must exactly match the accepted version. Do not use the carriage return (enter) at the end of lines within a paragraph. Turn the hyphenation option off and remove any footnotes.

Editors reserve the right to modify manuscripts that do not conform to scientific, technical, stylistic or grammatical standards, and minor alterations of this nature will normally be seen by authors only at the proof stage.

Lay Summaries

The journal takes every opportunity to raise the profile of work about to be published in *Functional Ecology*. As part of this promotion we post lay summaries of all papers published in the journal on our website and with published papers on Wiley Online Library. Lay summaries are 250-350 words of text explaining the importance of the work described in the paper written in a way comprehensible to the 'reasonably educated man-in-the-street' i.e. written using simple language that will make the work accessible to a much wider audience than readers of *Functional Ecology*. The lay summary will be requested at the revision stage of the editorial process and once edited by a senior editor will be posted to the www.functionalecology.org website and Wiley Online Library with a photograph relevant to the paper and then highlighted on the homepage of the website.

Pre-publication Review of Proofs. Proofs of papers accepted for publication in *Functional Ecology* are sent out electronically (*e-proofing*). The corresponding author of the accepted paper will receive an e-mail from the typesetter when their proof is available on the e-proofing site. Instructions about how to mark-up proofs electronically using the PDF annotation tools will be provided. In the corresponding author's absence, arrangements should be made for a colleague to have access to the corresponding author's e-mails in order to retrieve the proofs. The editors reserve the right to correct the proofs, using the accepted version of the manuscript, if the author's corrections are overdue. Proofs should be checked carefully, and it is the corresponding author's responsibility to ensure they are correct.

Licence to Publish Authors of accepted manuscripts will be required to grant Wiley-Blackwell an exclusive licence to publish the article on behalf of the British Ecological Society. Signing an Exclusive Licence Form is a condition of

publication and papers will not be published until a signed form is received. (Papers subject to government or Crown copyright are exempt from this requirement.) Once a paper is accepted, the corresponding author will receive an email from Wiley-Blackwell prompting them to login to Author Services, where they will be able to complete the licence agreement on behalf of all co-authors. You can download a copy of the Exclusive Licence Form [here](#) to view the terms and conditions. Do not complete this PDF until you are prompted to do so by Author Services. Please read the licence form carefully before signing: conditions are changed from time to time and may not be the same as the last time you completed one of these forms

Funder arrangements

A number of funders, including Research Councils UK (RCUK), the NIH and Wellcome Trust, require deposit of the accepted (post-peer-reviewed) version of articles that they fund, if these are not already published via an open access route. The BES journals are all compliant with these mandates and full details of the arrangements can be found [here](#)

Accepted Online After a paper has been sent to our publishers, it will be uploaded online within ~2 working days, BEFORE copyediting, typesetting and proofing. The paper will be assigned its DOI (digital object identifier) at this stage so that it can be read and cited as normal. Any final, minor corrections can still be made to the paper at the proofing stage.

Promoting your article As well as promoting your article through our own resources, Functional Ecology encourages authors to take advantage of their institution's promotion resources. If requested, Functional Ecology will help coordinate publication of an article with press releases, videos, etc. If you are planning a press release, please let the assistant editor know at the revision stage. For more information or guidance, please contact the assistant editor, Jennifer Meyer.

Early View After the proofing stage, the 'Accepted Article' version will be replaced online by the Early View version. Early View articles are final, complete, full-text articles. Once your paper has been published you can post your abstract, plus a link to the article on Wiley Online Library, in your institutional repository or on your home page. Please refer to the publisher terms & conditions for re-use under the licence agreed for details relating to the posting a PDF or a full text version of your article in your institutional repository or on your home page. The full text of your article will be freely available after 24 months.

Early View articles are complete and final. Because they are in their final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows them to be cited and tracked before allocation to an issue. After print publication, the DOI remains valid and

can continue to be used to cite and access the article. More information about DOIs can be found at <http://www.doi.org/faq.html>.

OnlineOpen OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. The charge for OnlineOpen publication is \$3,000 (discounted to \$2,250 for papers where the first or corresponding author is a current member of the British Ecological Society, www.britishecologicalsociety.org). For the full list of terms and conditions, [click here](#).

Following acceptance, any authors wishing to publish their paper OnlineOpen will be required to complete the [payment form](#) and will be given the option of signing a range of different Creative Commons licences, depending on author choice and funder mandate.

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

Offprints A PDF offprint is available to authors via an automated system integrated with [Wiley-Blackwell Author Services](#). Authors will be directed to retrieve the final PDF file of their article online. A copy of the Publisher's Terms and Conditions for the use of the PDF file will accompany the PDF offprint and the file can only be distributed in accordance with these requirements.

Printed off-prints are no longer available for articles published in Functional Ecology.

For any enquiries regarding Functional Ecology or submitting papers to the journal then please contact the Assistant Editor, Jenny Meyer, at admin@functionalecology.org