

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA,
MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO

FILIPPE AUGUSTO DOS SANTOS RAMOS

A disponibilidade de diásporos ornitocóricos em
uma floresta tropical influencia o consumo
desses diásporos tanto por aves frugívoras
como por insetos predadores de sementes?

ARARAS
2022

FILIPPE AUGUSTO DOS SANTOS RAMOS

A disponibilidade de diásporos ornitocóricos em uma floresta tropical influencia o consumo desses diásporos tanto por aves frugívoras como por insetos predadores de sementes?

Monografia apresentada no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos para aprovação na disciplina Monografia em Ciências Biológicas 2.

Orientação: Profa. Dra. Valéria Forni Martins

ARARAS

2022

FILIPE AUGUSTO SANTOS RAMOS

A disponibilidade de diásporos ornitocóricos em uma floresta tropical influencia o consumo desses diásporos tanto por aves frugívoras como por insetos predadores de sementes?

Monografia apresentada no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos para aprovação na disciplina Monografia em Ciências Biológicas 2.

Orientação: Profa. Dra. Valéria Forni Martins

Data da defesa: 27 de abril de 2022

Resultado: Aprovado, com algumas sugestões sugeridas pela banca

BANCA EXAMINADORA

Me. Kelly Fernandes de Oliveira Ribeiro
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara
Universidade Federal de São Carlos

Profa. Dra. Valéria Forni Martins
Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

1. AGRADECIMENTOS.....	5
2. RESUMO.....	6
3. INTRODUÇÃO.....	8
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
1.1. Área de estudo.....	10
1.2. Chuva de sementes.....	11
1.3. Diásporos consumidos por frugívoros e por insetos granívoros.....	12
1.4. Análise de dados.....	13
5. RESULTADOS.....	14
6. DISCUSSÃO.....	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

Agradecimentos

À Universidade UFSCar Campus de Araras em que passei ótimos anos de experiência tanto acadêmica quanto pessoal e à todos os meus professores que auxiliaram nesse processo de formação. À equipe do Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (USP), por instalar os coletores de sementes e auxiliar na coleta e processamento do material. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio na coleta de material como parte do Projeto Temático “Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, estado de São Paulo, Brasil” (processo número 03/12595-7), dentro do Instituto Virtual da Biodiversidade. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida à Valéria Forni Martins (processo número 142295/2006-0), responsável pela coleta do material. A COTEC/IF 44.924/2006 e IBAMA 12170-1 por autorizarem a coleta do material. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida à M^a. Marisol Rios Suarez, responsável por identificar as espécies presentes na chuva de sementes, juntamente com o Prof. Jorge Tamashiro.

Resumo

A maioria das plantas tropicais apresenta frutos e sementes atrativos às aves (diásporos ornitocóricos). Além das características dos diásporos, as plantas podem atrair aves frugívoras por meio de intensa frutificação, que, por sua vez, pode atrair insetos predadores de sementes (granívoros). A predação pré-dispersão pode diminuir a atratividade dos diásporos aos frugívoros, influenciando negativamente a dispersão de sementes. Como a literatura relata diferentes relações do consumo de diásporos por frugívoros e granívoros conforme a disponibilidade de diásporos, neste trabalho descrevemos essa relação para espécies arbóreas ornitocóricas tropicais. Para isso, utilizamos a chuva de sementes coletada mensalmente durante um ano em uma parcela de 1 ha instalada na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no litoral norte do estado de São Paulo. Selecionamos as três espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes (*Euterpe edulis*, *Hieronyma alchorneoides* e *Mollinedia schottiana*) e verificamos seus diásporos visando identificar se estavam intactos, se foram consumidos por frugívoros e/ou se foram predados por insetos. Então, determinamos se havia relação do número de diásporos consumidos por frugívoros e por granívoros com a quantidade de diásporos disponíveis na chuva de sementes ao longo do ano, e se os frugívoros consumiram diásporos sem marcas de predação em maior proporção do que diásporos com marcas de predação. O consumo de diásporos por frugívoros e por granívoros aumentou com a quantidade de diásporos disponíveis, com exceção da predação de *E. edulis*. Os frugívoros consumiram diásporos sem marcas de predação em maior proporção do que diásporos com marcas de predação. Para *E. edulis* e *M. schottiana*, a proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria foi maior do que a proporção de diásporos sem marcas de predação, indicando que as aves, que são principalmente visualmente orientadas, conseguem distinguir diásporos que foram predados por insetos, evitando consumi-los. Para *H. alchorneoides*, a proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria foi menor do que a proporção de diásporos sem marcas de predação, provavelmente devido ao tamanho diminuto de suas

sementes. Isso indica que frugívoros consomem mais diásporos sem marcas de predação porque eles ocorrem em maior abundância do que diásporos com marcas de predação. Este estudo mostra a influência da disponibilidade de diásporos e dos granívoros no padrão de consumo de diásporos por frugívoros.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, dispersão de sementes, frugivoria, granivoria, predação pré-dispersão.

Introdução

As sementes representam o primeiro estágio de desenvolvimento das plantas (Gatsuk *et al.*, 1980), e sua germinação e consequente estabelecimento do novo indivíduo têm grande importância para as populações vegetais (Harper 1977; Wang; Smith 2002). Grande parte das plantas em florestas tropicais apresenta frutos e sementes, que são dispersos por aves (coletivamente chamados de diásporos) (Harper, 1977) com características atrativas a esses animais. Esses diásporos são chamados de ornitocóricos e apresentam características como cores chamativas, principalmente avermelhadas, contrastantes com a vegetação, pericarpo carnoso ou apêndices carnosos da semente, e ausência de odor (van der Pijl, 1982).

A dispersão de sementes por aves e outros animais é, na maioria das vezes, uma interação mutualista. As plantas se beneficiam pelo movimento das sementes para: (1) longe da planta parental, onde há maior chance de sobrevivência devido a baixa incidência de pragas e competição intraespecífica (hipótese do escape); (2) locais ainda não ocupados pela espécie (hipótese da colonização), e (3) microhabitats mais favoráveis à germinação e ao estabelecimento do novo indivíduo (hipótese da dispersão direcionada) (Howe; Smallwood, 1982). Já os animais se beneficiam da interação pela obtenção de alimento, sendo alguns altamente dependentes do pericarpo carnoso do fruto ou dos apêndices carnosos da semente como recurso alimentar. Esses animais são chamados de frugívoros (Howe 1979, Bascombe *et al.* 2003).

Segundo a teoria de forrageamento ótimo, animais selecionam itens alimentares com maior qualidade nutricional/energética e com menor custo de obtenção, *i.e.* maior ganho alimentar (Sallabanks, 1993). Quando uma espécie vegetal frutifica intensamente, a disponibilidade de diásporos aos frugívoros aumenta, acarretando em menores custos de obtenção de alimento e, portanto, maior ganho nutricional/energético. Assim, é esperado que o consumo de diásporos por frugívoros aumente com a disponibilidade de diásporos por uma espécie vegetal, apesar de Jordano (1987) ter encontrado que o consumo não aumenta com a abundância de diásporos de duas espécies de *Olea* na região

mediterrânea. Isso pode ser explicado pelo fato de, em épocas de alta disponibilidade de diásporos, a quantidade de alimento ser suficiente para satisfazer a comunidade de aves frugívoras.

Além de atraírem frugívoros, espécies que estão frutificando intensamente em um dado momento podem se tornar atrativas a insetos predadores de sementes, os quais são chamados de granívoros. As principais ordens de predadores de sementes pré-dispersão são Diptera, Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera, sendo Coleoptera muito relevante devido a alta riqueza, abundância e distribuição espacial das espécies (Rámirez; Traveset, 2010; Janzen, 1969). Os insetos ovipõem na superfície dos frutos e, após a eclosão dos ovos, as larvas penetram pelo pericarpo, perfuram a testa da semente e se alimentam do endosperma, o que muitas vezes mata a semente (Calado, 2015).

A predação pré-dispersão por insetos pode diminuir a atratividade dos diásporos aos frugívoros (Manzur; Courtney, 1984; Burger, 1987; Jordano, 1987; Sallabanks, 1992, Traveset *et al.*, 1995), influenciando negativamente a dispersão de sementes (Jordano, 1987). As aves frugívoras selecionam diásporos de acordo com sua maturação, composição química, forma, tamanho e acessibilidade (Jordano, 2000). A presença de larvas de insetos nos diásporos pode alterar algumas dessas características (Rodrigues, 2013), como tamanho e forma (Highland, 1964), coloração (Carter, 1939; Krischik *et al.*, 1989), textura, consistência e composição química. Alterações na composição química ocorrem devido ao excremento das larvas e aos microrganismos que entram no diásporo quando ele é perfurado, resultando em sabor amargo e deixando-o impalatável aos frugívoros (Carter, 1939). Em contrapartida, diásporos com larvas podem se tornar atrativos a aves predadoras de sementes, *i.e.* granívoras, pois as larvas são um recurso nutritivo adicional, sendo uma boa fonte proteica (Scott; Black, 1981).

Apesar da frutificação intensa teoricamente resultar em maior ganho nutricional/energético a frugívoros e granívoros, a literatura relata diferentes relações entre o consumo e a disponibilidade de diásporos. Por exemplo, De Steven (1983), Davidar & Morton (1986) e Jordano (1987) encontraram que o

consumo de diásporos por aves frugívoras não aumenta com a maior disponibilidade de diásporos. Já Sargent (1987) encontrou resultados diferentes entre suas áreas de estudo, com relação positiva ou independente entre consumo e disponibilidade de diásporos. Por último, Ortiz-Pulido (2000) encontrou relação positiva entre o sucesso de remoção de frutos por aves frugívoras e a disponibilidade de diásporos. De Steven (1983) relatou também que, diferentemente dos frugívoros, a proporção de frutos infestados por insetos granívoros decresce conforme aumenta a disponibilidade de diásporos. Isso ocorre porque a quantidade de fêmeas adultas que estão ovipondo nos diásporos não aumenta no mesmo momento em que os mesmos encontram-se mais abundantes. Já Christianini (2017) encontrou relação positiva entre granivoria e disponibilidade de diásporos no Cerrado.

O objetivo deste trabalho foi descrever a relação do consumo de diásporos por aves frugívoras e por insetos granívoros com a disponibilidade de diásporos de espécies arbóreas ornitocóricas tropicais. Para isso, perguntamos: (1) há relação do número de diásporos consumidos por frugívoros e por granívoros com a quantidade de diásporos disponíveis ao longo do ano por uma determinada espécie vegetal? (2) Os frugívoros consomem diásporos sem marcas de predação em maior proporção do que diásporos com marcas de predação?

Material e métodos

Área de estudo

A Mata Atlântica tem apenas cerca de 12% de sua cobertura original remanescentes em fragmentos (Ribeiro *et al.*, 2009). Devido também a alta riqueza de espécies e endemismo, a floresta ao longo da costa brasileira (*i.e.* Floresta Atlântica) foi classificada como um *hotspot* para conservação da biodiversidade (Myers *et al.*, 2000). A maior área contínua preservada de Floresta Atlântica inclui o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM; 23°34' - 23°17' S e 45°02' - 45°11' O), o qual engloba a cadeia montanhosa da Serra do Mar ao longo do litoral do estado de São Paulo. O PESM abrange 12,5% do total

preservado de Floresta Atlântica em seus de 332.000 ha (Parque Estadual da Serra do Mar 2016) e altitudes que variam do nível do mar a 1.200 m (Alves *et al.*, 2010). A complexidade geológica e topológica da Serra do Mar resulta em habitats e microclimas extremamente heterogêneos, os quais se refletem em diferentes formações vegetacionais (Assis 1999, Alves *et al.* 2010, Joly *et al.* 2012).

A porção entre 5 e 100 m de altitude é recoberta pela Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB; Veloso *et al.*, 1991). Em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, foram instaladas quatro parcelas permanentes não-contíguas de 1 ha cada (parcelas B – E) na FODTB pelo Projeto Temático Biota Gradiente Funcional (FAPESP 03/12595-7) em 2005. O clima da região é tropical chuvoso (Ciiagro, 2017) e o solo da área de estudo é do tipo Cambissolo, pobre em nutrientes, ácido e argiloso. A topografia é irregular, com muitos matacões rochosos e afloramentos de riachos que resultam em solos arenosos em alguns locais (Joly *et al.*, 2012).

O material utilizado no presente estudo foi coletado em uma das parcelas instaladas na FODTB do PESH em Ubatuba, chamada de parcela E (23°20'05" S e 44°49'45" O). A parcela foi dividida em 100 subparcelas de 10 x 10 m cada. Um inventário florestal realizado em 2006 mostrou que a parcela possui 1.240 indivíduos arbóreos e palmeiras com diâmetro na altura do peito igual ou maior do que 4,8 cm (critério de inclusão em inventários florestais), pertencentes a 142 espécies (Joly *et al.*, 2012). Há um sub-bosque denso, subdossel, dossel e árvores emergentes (Morellato; Haddad, 2000), apesar dos estratos vegetacionais não serem facilmente distinguíveis (L. Cazotto; V. F. Martins; F. A. M. Santos, dados não publicados). Lianas, palmeiras, epífitas, samambaias e bromélias são comuns na área de estudo (Morellato; Haddad, 2000).

Chuva de sementes

Uma forma de se avaliar a disponibilidade de diásporos em uma comunidade é por meio da coleta da chuva de sementes (Hardesty & Parker 2002), que é a comunidade de diásporos recém-dispersos presentes no

ambiente (Martínez-Ramos; Soto-Castro, 1993). Martins (2011) coletou a chuva de sementes em duas das quatro parcelas instaladas na FODTB do PESH em Ubatuba (parcelas B e E), entre maio de 2007 e abril de 2008. Para isso, utilizou 30 coletores de sementes, posicionados o mais próximo possível do centro de 30 subparcelas sorteadas aleatoriamente. Os coletores tinham forma circular de 30 cm de raio, malha com abertura de 1 mm e foram instalados a cerca de 50 cm de altura do solo. O conteúdo dos coletores de sementes foi removido mensalmente, armazenado em sacos de papel individuais devidamente identificados e seco em estufa a 58°C durante 48 h (Martins, 2011). Todos os diásporos foram quantificados por coletor e por mês, identificados até o menor nível taxonômico possível e classificados quanto à síndrome de dispersão segundo Martins *et al.* (2014) por Suarez (2015).

Segundo Suarez (2015), as espécies arbóreas ornitocóricas que apresentaram ~50 ou mais diásporos na chuva de sementes, considerando-se as parcelas B e E em conjunto, foram *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) (334 diásporos), *Faramea picinguabae* M.Gomes (Rubiaceae) (70 diásporos), *Hieronyma alchorneoides* Allemão (Phyllanthaceae) (227 diásporos), *Mollinedia schottiana* (Spreng.) Perkins (Monimiaceae) (49 diásporos) e *Pourouma guianensis* Aubl (Urticaceae) (57 diásporos). Apesar de *E. edulis* ser uma palmeira e não uma árvore, aqui é referida como espécie arbórea por atingir porte arbóreo. Nós avaliamos o consumo por frugívoros e por insetos granívoros dos diásporos das cinco espécies citadas acima na parcela E.

Diásporos consumidos por frugívoros e por insetos granívoros

A chuva de sementes está armazenada na UFSCar *campus* Araras. Verificamos o material visando identificar se os diásporos das cinco espécies estudadas estavam intactos, se foram consumidos por frugívoros e/ou se foram predados por insetos. Diásporos consumidos apresentam a semente limpa de sua polpa ou a remoção parcial da polpa (Pizo, 1997); diásporos predados são aqueles com perfurações (Carvalho; Figueiredo, 1999). Para identificarmos marcas de frugivoria e/ou de predação nos diásporos, despejamos o conteúdo

dos sacos de papel contendo a chuva de sementes em uma bandeja plástica e, com o auxílio de pinça, separamos os frutos e sementes de cada espécie estudada. Após avaliação visual, classificamos os diásporos em quatro grupos: intactos, com marcas apenas de frugivoria, com marcas apenas de predação, e com marcas de ambas frugivoria e predação.

Análise dos dados

Para verificarmos se houve relação do número de diásporos consumidos por frugívoros e por granívoros com a quantidade de diásporos disponíveis na chuva de sementes, construímos gráficos de dispersão com o número de diásporos consumidos por frugívoros (com marcas apenas de frugivoria, e com marcas de ambas frugivoria e predação) e consumidos por granívoros (com marcas apenas de predação, e com marcas de ambas frugivoria e predação) em função do número total de diásporos. O total é o somatório do número de diásporos classificados em cada um dos quatro grupos previamente descritos (intactos, com marcas apenas de frugivoria, com marcas apenas de predação, e com marcas de ambas frugivoria e predação). Fizemos um gráfico para cada espécie estudada e com valores mensais, ordenados do menor para o maior valor de abundância total de diásporos. Utilizamos valores mensais da abundância de diásporos para termos diferentes valores de abundância para uma mesma espécie. Então, adicionamos linhas de tendência nos gráficos para detectarmos padrões de relação entre o consumo e a disponibilidade de diásporos.

Para verificarmos se os frugívoros consumiram diásporos sem marcas de predação em maior proporção do que diásporos com marcas de predação, primeiro calculamos a proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria, e com marcas de ambas frugivoria e predação em relação ao somatório dessas duas categorias (*i.e.* total de diásporos consumidos). Visando verificar se o consumo pelos frugívoros de diásporos sem marcas de predação pode ser explicado pela maior quantidade desses diásporos em relação ao total, também calculamos a proporção de diásporos sem marcas de predação e com marcas

de predação em relação ao total de diásporos disponíveis na chuva de sementes. Para os cálculos de proporção, consideramos a quantidade de diásporos por espécie em um ano. Fizemos dois gráficos de barras empilhadas, em que cada barra é uma espécie. No primeiro gráfico, as divisões de uma mesma barra representam a proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria, e a proporção de diásporos com marcas de ambas frugivoria e predação em relação ao total de diásporos consumidos. No segundo gráfico, as divisões de uma mesma barra representam a proporção de diásporos sem marcas de predação e a proporção de diásporos com marcas de predação em relação ao total de diásporos. Realizamos inspeção visual dos gráficos para verificar se a divisão das barras referente à proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria era maior do que a divisão referente à proporção de diásporos com marcas de ambas frugivoria e predação (primeiro gráfico), e também para verificar se a divisão das barras referente à proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria era maior do que a divisão referente à proporção de diásporos sem marcas de predação (comparação entre os dois gráficos). Na comparação entre gráficos, uma maior proporção de diásporos apenas com marcas de frugivoria em relação à proporção de diásporos sem marcas de predação indica que frugívoros selecionam diásporos sem marcas de predação; uma proporção igual ou menor indica que frugívoros consomem mais diásporos sem marcas de predação porque eles ocorrem em maior abundância do que diásporos sem marcas de predação, sem necessariamente haver seleção de diásporos pelos frugívoros.

Resultados

Das cinco espécies arbóreas ornitocóricas que apresentaram ~50 ou mais diásporos na chuva de sementes, considerando-se as parcelas B e E em conjunto, pudemos analisar somente três delas: *E. edulis*, *H. alchorneoides* e *M. schottiana*, pois *F. picinguabae* apresentou apenas cinco diásporos e *P. guianensis* não apresentou nenhum diásporo na parcela E. Das três espécies analisadas, *E. edulis* e *M. schottiana* tiveram a maioria dos seus diásporos com

marcas apenas de frugivoria, enquanto *H. alchorneoides* apresentou diásporos intactos e com marcas apenas de frugivoria em número semelhante. *Euterpe edulis* foi a espécie que apresentou maior proporção de diásporos com marcas de predação (Tabela 1).

Tabela 1: Diásporos de cinco espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, litoral norte do estado de São Paulo.

Espécie	Total	Intactos	Apenas frugivoria	Apenas predação	Frugivoria +Predação
<i>E. edulis</i>	239	55	126	50	8
<i>F. picinguabae</i>	5	2	1	1	1
<i>H. alchorneoides</i>	161	69	68	5	19
<i>M. schottiana</i>	27	2	21	2	2
<i>P. guianensis</i>	0	0	0	0	0

Para as três espécies analisadas, o número de diásporos consumidos por frugívoros e por insetos granívoros aumentou com a disponibilidade de diásporos, com exceção de *E. edulis*, cuja predação foi maior em valores intermediários de abundância de diásporos (Figura 1). Para as três espécies, os frugívoros consumiram diásporos sem marcas de predação em maior proporção do que diásporos com marcas de predação. A proporção de diásporos apenas com marcas de frugivoria foi maior do que a proporção de diásporos sem marcas de predação para *E. edulis* e *M. schottiana*. Para *H. alchorneoides*, a proporção de diásporos apenas com marcas de frugivoria foi menor do que a proporção de diásporos sem marcas de predação (Figura 2).

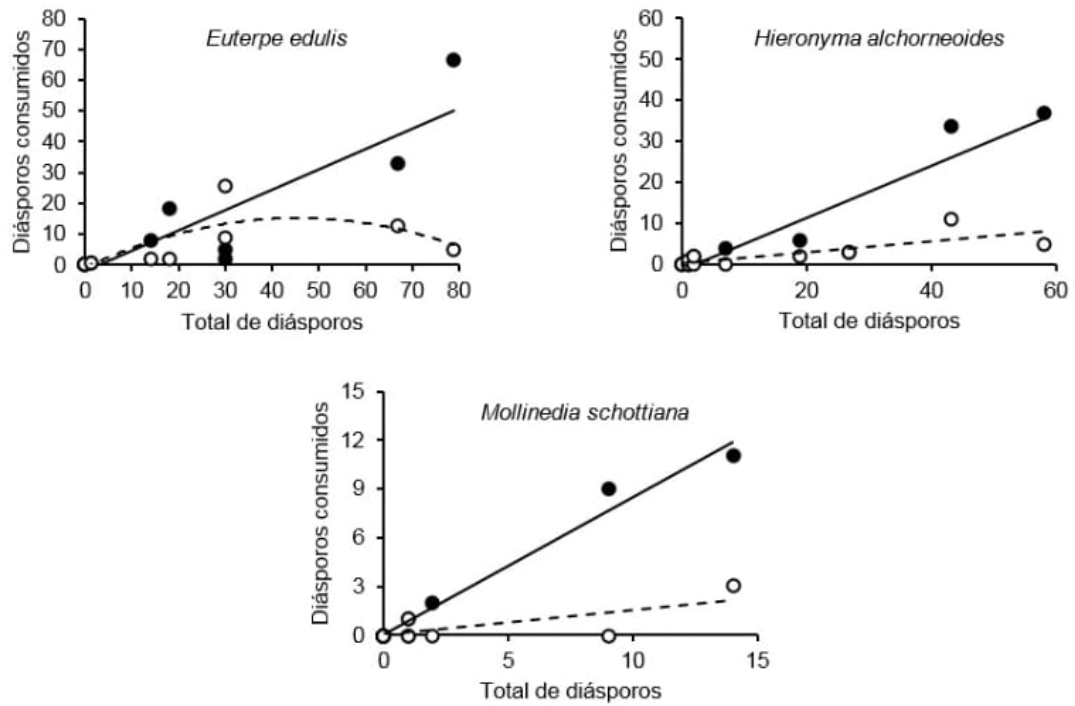


Figura 1: Díaspodos consumidos por frugívoros (com marcas apenas de frugivoria, e com marcas de ambas frugivoria e predação) e por granívoros (com marcas apenas de predação, e com marcas de ambas frugivoria e predação) em função do número total de díaspodos de três espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, litoral norte do estado de São Paulo. Díaspodos consumidos por frugívoros são representados por pontos pretos e linha de tendência contínua; díaspodos consumidos por granívoros são representados por pontos brancos e linha de tendência tracejada.

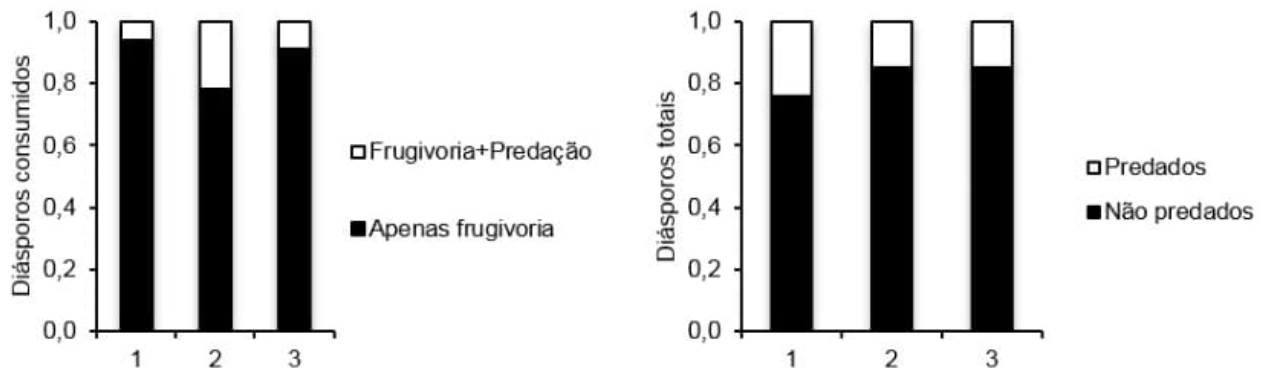


Figura 2: Proporção de diásporos de três espécies arbóreas ornitocóricas com marcas apenas de frugivoria (preto) e com marcas de ambas frugivoria e predação por insetos (branco) em relação ao total de diásporos consumidos. Os diásporos foram amostrados na chuva de sementes da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, litoral norte do estado de São Paulo. (1) *Euterpe edulis*, (2) *Hieronyma alchorneoides* e (3) *Mollinedia schottiana*.

Discussão

Neste estudo, descrevemos a relação do consumo de diásporos por aves frugívoras e por insetos granívoros com a disponibilidade de diásporos de espécies arbóreas ornitocóricas tropicais. Para as três espécies mais abundantes na chuva de sementes em 1 ha de FODTB do litoral norte do estado de São Paulo, o consumo aumentou com a disponibilidade de diásporos, com exceção da predação de uma das espécies estudadas. Também encontramos que os frugívoros consomem diásporos sem marcas de predação em maior proporção do que diásporos com marcas de predação.

Apesar da alta riqueza de espécies arbóreas ornitocóricas na área de estudo (~80%; Martins *et al.*, 2014), as quais provêm recursos em abundância para frugívoros e também para insetos predadores de sementes, encontramos relação positiva entre o consumo e a disponibilidade de diásporos. Assim, para frugivoria, nossos resultados são semelhantes aos de Sargent (1987) para uma de suas áreas de estudo e também aos de Ortiz-Pulido (2000). Para granivoria, nossos resultados estão de acordo com os de Christianini (2017). No presente estudo, a única espécie que apresentou padrão diferente da relação positiva

entre consumo e disponibilidade de diásporos foi *E. edulis* para predação, a qual foi maior para valores intermediários de abundância de diásporos.

O maior consumo de diásporos sem marcas de predação por frugívoros já foi mostrado em outros trabalhos (e.g., Jordano 1987; Traveset 1995). Jordano (1987), ao analisar os efeitos antagonistas de frugivoria e predação de sementes em duas espécies do gênero *Olea*, deduziu que, em épocas de alta disponibilidade de diásporos, a quantidade de alimento é suficiente para satisfazer tanto a comunidade de aves frugívoras como a de insetos predadores de sementes, não havendo, assim, competição entre frugívoros e granívoros. No presente estudo, a proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria foi maior do que a proporção de diásporos sem marcas de predação para duas das três espécies analisadas, indicando que as aves, que são principalmente visualmente orientadas (Schaefer, 2004; Malanotte, 2010), conseguem distinguir diásporos que foram predados por insetos, evitando consumi-los. Porém, para *H. alchorneoides*, a proporção de diásporos com marcas apenas de frugivoria foi menor do que a proporção de diásporos sem marcas de predação, provavelmente devido ao tamanho diminuto de suas sementes (~3 mm de comprimento). Isso indica que frugívoros consomem mais diásporos sem marcas de predação porque eles ocorrem em maior abundância do que diásporos com marcas de predação.

Euterpe edulis foi a espécie que apresentou a maior proporção de diásporos com marcas de predação, considerando o total dos diásporos disponíveis na chuva de sementes em um ano. Isso pode ocorrer devido à alta quantidade de frutos produzidos por cacho; ao grande tamanho do fruto e da semente, que podem chegar a 10 mm de diâmetro; e ao endosperma das sementes, muito abundante e com alto teor de reservas nutricionais e energéticas, as quais constituem-se de carboidratos (cerca de 88%), proteínas (10%) e lipídeos (2%) (Reis 1995). Apesar de *F. picinguabae* e *P. guianensis* serem espécies arbóreas ornitocóricas abundantes na chuva de sementes quando as parcelas B e E são consideradas conjuntamente (Suarez 2015), poucos ou nenhum diásporo dessas espécies foram encontrados quando

consideramos apenas a parcela E. Árvores de *F. picinguabae* ocorrem em baixa abundância nas parcelas (oito na parcela B e sete na parcela E; Joly *et al.* 2012). Variações na fecundidade dos indivíduos entre parcelas e na localização dos coletores de sementes em relação aos adultos da espécie podem explicar o baixo número de diásporos encontrados na parcela E. Provavelmente não encontramos nenhum diásporo de *P. guianensis* na parcela E porque a espécie é dióica e não há indivíduos femininos na parcela (Martins 2011).

Este estudo mostra a influência da disponibilidade de diásporos e dos insetos predadores de sementes no padrão de consumo de diásporos por frugívoros. Nossos resultados auxiliam na compreensão de hábitos alimentares de aves dispersoras, essenciais para a manutenção da biodiversidade vegetal. Também possibilitam maior entendimento da interação entre aves frugívoras e insetos granívoros, abrindo, assim, caminho para estudos futuros, como os impactos dos granívoros na dispersão de sementes por aves e por outros agentes dispersores. Por último, nossos resultados possibilitam discutir as implicações da interação entre frugívoros e granívoros para a restauração florestal e outros aspectos da conservação biológica, já que as aves têm se mostrado como uma potencial e importante ferramenta de manejo, agindo no processo de recuperação da vegetação (Galindo-González *et al.*, 2000; Pizo, 2004, 2007).

Referências Bibliográficas

ALVES, L. F.; *et al.* Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). **Forest ecology and management**, v. 260, n. 5, p. 679-691, 2010.

ASSIS, M. A.; *et al.* Florística e caracterização das comunidades vegetais da planície costeira de Picinguaba, Ubatuba-SP. 1999.

BASCOMPTE, J.; *et al.* The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, 2003.

BURGER, A. E. Fruiting and frugivory of *Cornus canadensis* in boreal forest in Newfoundland. **Oikos**, p. 3-10, 1987.

CALADO, D.; *et al.* Predação de sementes por insetos em três espécies simpátricas de *Copaifera* L. (Fabaceae). **Biotemas**, v. 28, n. 2, p. 87-95, 2015.

CARTER, W. Injuries to plants caused by insect toxins. **The Botanical Review**, v. 5, n. 5, p. 273, 1939.

CARVALHO, A. G.; FIGUEIREDO, L. K. Biologia de *Pygiopachimerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera: Bruchidae) em frutos de *Cassia javanica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Floresta e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 83-87, 1999.

CIIAGRO, Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Rede Meteorológica Automática. 2017.

CHRISTIANINI, A. V. Crop size influences pre-dispersal seed predation in the Brazilian Cerrado. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 135-140, 2017.

DAVIDAR, P; MORTON, E. S. The relationship between fruit crop sizes and fruit removal rates by birds. **Ecology**, v. 67, n. 1, p. 262-265, 1986.

DE STEVEN, D. Reproductive consequences of insect seed predation in *Hamamelis virginiana*. **Ecology**, v. 64, n. 1, p. 89-98, 1983.

GALINDO□GONZÁLEZ, Jorge; GUEVARA, Sergio; SOSA, Vinicio J. Bat□and bird□generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. **Conservation biology**, v. 14, n. 6, p. 1693-1703, 2000.

GATSUK, L. E.; *et al.* Age states of plants of various growth forms: a review. **The Journal of Ecology**, p. 675-696, 1980.

HARDESTY, B. D.; PARKER, V. T. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. **Plant Ecology**, v. 164, n. 1, p. 49-64, 2003.

HARPER, J. L. **Population biology of plants.**, 1977.

HIGHLAND, H. A. Life history of *Asphondylia ilicicola* (Diptera: Cecidomyiidae), a pest of American holly. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, n. 1, p. 81-83, 1964.

HOWE, H. F. Fear and frugivory. **The American Naturalist**, v. 114, n. 6, p. 925-931, 1979.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, n. 1, p. 201-228, 1982.

JANZEN, D. H. Seed eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. **Evolution**, v. 23, n. 1, p. 1-27, 1969.

JOLY, C. A.; *et al.* Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, 2012.

JORDANO, P. Avian fruit removal: effects of fruit variation, crop size, and insect damage. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1711-1723, 1987.

JORDANO, P.; *et al.* Fruits and frugivory. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**, v. 2, p. 125-166, 2000.

KRISCHIK, V.; MCCLOUD, E. S.; DAVIDSON, J. A. Selective avoidance by vertebrate frugivores of green holly berries infested with a cecidomyiid fly (Diptera: Cecidomyiidae). **American Midland Naturalist**, p. 350-354, 1989.

MALANOTTE, M. L. Morfologia e composição nutricional de frutos ornitocóricos em três estádios sucessionais na floresta atlântica brasileira. 2010.

MARTINEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rainforest. In: **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Springer, Dordrecht, 1993. p. 299-318.

MARTINS, V. F. Padrão espacial de três espécies arbóreas ornitocóricas da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no Litoral Norte do Estado de São Paulo. 2011.

MARTINS, V. F.; CAZOTTO, L. P. D.; SANTOS, F. A. M. Espectro de dispersão de quatro tipos florestais ao longo de uma faixa altitudinal da Mata Atlântica brasileira. **Biota Neotropica**, v. 14, 2014.

MANZUR, M. I.; COURTNEY, S. P. Influence of insect damage in fruits of hawthorn on bird foraging and seed dispersal. **Oikos**, p. 265-270, 1984.

MORELLATO, L. P. C. HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

ORTIZ-PULIDO, Raul; ALBORES-BARAJAS, Yuri V.; DÍAZ, S. Anaid. Fruit removal efficiency and success: influence of crop size in a neotropical treelet. **Plant Ecology**, v. 189, n. 1, p. 147-154, 2007.

PIZO, M. A. Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. **Ornitologia neotropical**, v. 15, n. 1, p. 117-126, 2004.

PIZO, M. A. 29 Frugivory by Birds in Degraded Areas of Brazil. **SEED DISPERSAL**, p. 615, 2007.

PIZO, M. A. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 4, p. 559-577, 1997.

RAMÍREZ, N; TRAVESET, A. Predispersal seed-predation by insects in the Venezuelan Central Plain: overall patterns and traits that influence its biology and taxonomic groups. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 12, n. 3, p. 193-209, 2010.

REIS, A. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta atlântica em Blumenau, SC. **Tese de Doutorado. UNICAMP. Campinas**, 154p., 1995

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES, L. M. S. Insetos predadores de sementes e suas relações com a qualidade e a morfologia de frutos e sementes. 2013.

SALLABANKS, R.; COURTNEY, S. P. Frugivory, seed predation, and insect-vertebrate interactions. **Annual review of entomology**, v. 37, n. 1, p. 377-400, 1992.

SALLABANKS, R. Fruiting plant attractiveness to avian seed dispersers: native vs. invasive *Crataegus* in western Oregon. **Madrono**, p. 108-116, 1993.

SARGENT, S. Neighborhood effects on fruit removal by birds: a field experiment with *Viburnum dentatum* (Caprifoliaceae). **Ecology**, v. 71, n. 4, p. 1289-1298, 1990.

SCOTT, J. K.; BLACK, R. Selective Predation by White-Tailed Black Cockatoos on Fruit of *Banksia attenuata* Containing the Seed-Eating Weevil *Alphitopis nivea*. **Wildlife Research**, v. 8, n. 2, p. 421-430, 1981.

SCHAEFER, H. M.; SCHMIDT, V. Detectability and content as opposing signal characteristics in fruits. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: **Biological Sciences**, v.271, n.5, p.370-373, 2004.

SUAREZ, M. R. Estrutura espacial e variação temporal da chuva de sementes ornitocóricas em uma Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas. 2015.

TRAVESET, A.; *et al.* Avoidance by birds of insect-infested fruits of *Vaccinium*. **Oikos**, v. 73, n. 3, 1995.

VAN DER PIJL, L. Principles of Dispersal in Higher Plants (3rd edn)–Springer. **Berlin Heidelberg New York**, 1982.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ibge, 1991.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, n. 8, p. 379-386, 2002.