

## Efeitos da coloração e da distribuição de frutos artificiais nas taxas de consumo por aves em um fragmento florestal

### *The effects of color and distribution of artificial fruits on their consumption rates by birds in a forest fragment*

Albert Gallon de Aguiar<sup>1</sup>  
Arthur Ângelo Bispo<sup>2</sup>

#### RESUMO

A frugivoria é uma das mais importantes interações ecológicas durante a sucessão florestal. Aves frugívoras são responsáveis por até 90% da dispersão de sementes em florestas tropicais. Estudos anteriores têm testado quais características dos frutos dispersos são escolhidos pelas aves, tais como cor, tamanho e posição dos frutos. Contudo, estudos experimentais em ambiente natural são raros. O objetivo deste estudo foi testar se existem diferenças no consumo de frutos por aves dependendo de cores e padrões de disposição espacial em ambientes florestais. O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual de 60,98 hectares. Foram utilizados modelos de frutos artificiais com três cores e dispostos de maneira agregada ou dispersa nos ambientes de interior e borda. Os frutos conspícuos (azul e vermelho) foram mais consumidos do que verdes, e os dispersos foram mais consumidos que os agregados no interior do fragmento. O contraste de cores conspícuas contra a vegetação parece facilitar a visualização dos frutos por frugívoros especialistas do interior. Entretanto, frugívoros oportunistas consumiram principalmente frutos isolados, demonstrando que picos de alta produtividade de frutos parecem estar relacionados à maior procura desse recurso por essas aves.

**Palavras-chave:** Floresta Estacional Semidecidual. Frugivoria. Frutos artificiais. Ornitocoria.

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Departamento de Ecologia. R. Cristóvão Colombo, 2265, Jd. Nazareth, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.G. AGUIAR. E-mail: <agaguiar@hotmail.com>.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Letras, Curso de Educação Intercultural. Goiânia, GO, Brasil.

## ABSTRACT

*Frugivory is one of the most important ecological interactions during forest succession. Frugivorous birds are responsible for up to 90% of seed dispersion in tropical forests. Previous studies have tested how birds choose fruits to disperse based on their color, size, and position. However, most of those studies were conducted in artificial conditions. This study investigated whether the rate of fruit consumption by birds is influenced by their colors and spatial patterns in forested environments. The experiment was performed in a 60.98-ha-fragment of Semideciduos Forest. We used artificial fruits with three different colors, disposed in a both clump and scattered fashion, at the edge and interior of the fragment. There was a higher rate of consumption of conspicuous fruits (blue and red). Scattered fruits were also more consumed than clump fruits on forest interior. The contrast of conspicuous colors against their backgrounds allows the visualization of fruits by frugivorous birds specialized on interior environments. Our results also showed that opportunists frugivorous are the main consumers of scattered fruits. This pattern supported the assumption that peaks of high fruit productivity coincide with higher consumption of this resource by these birds.*

**Key words:** Seasonal Semidecidual Forest. Frugivory. Artificial fruits. Ornithochory.

## INTRODUÇÃO

A polpa e os tecidos comestíveis de frutos são importantes componentes na dieta de aves, suplementando a alimentação e promovendo a dispersão de sementes (Jordano, 2000). Aves frugívoras são aquelas que utilizam frutos como parte da dieta, sendo classificadas entre espécies generalistas ou especialistas (Snow, 1981). Aves especialistas são aquelas que se alimentam preferencialmente de frutos e que abandonam as sementes em condições de germinação (McKey, 1975; Snow, 1981). Aves generalistas ou oportunistas preenchem seus requerimentos nutricionais por meio de fontes animais e vegetais, o que promove diferentes níveis de danos às sementes (McKey, 1975). A eficiência de dispersão dessas sementes é, portanto, variável (Howe & Estabrook, 1977). As técnicas de forrageio dos frugívoros variam sazonalmente, respondendo a estímulos de oferta e de procura; de acordo com essa demanda, a maneira de forrageio das aves é guiada pelas necessidades fisiológicas (Corlett, 2011). As aves frugívoras forrageiam basicamente através de sinais visuais, buscando frutos de cores, formas, tamanhos e densidades relacionados à síndrome de dispersão dos frutos (Janson, 1983; Jordano, 2000).

A associação entre distintos forrageadores e as plantas de que dependem parece obedecer a dois modelos: um para frugívoros especialistas, selecionado por plantas sujeitas a altas densidades, e um segundo modelo composto por espécies colonizadoras, dependentes de espécies frugívoras oportunistas (Howe & Estabrook, 1977). Essas espécies vegetais também competem em um ambiente de baixa e variante luminosidade, e, como resultado, apresentam fortes sinais visuais, como cores conspícuas e altas densidades, potencializando sua capacidade de atrair frugívoros (Moermond & Denslow, 1983; Cazetta *et al.*, 2007). Aves frugívoras apresentam pouca ou nenhuma resposta aos odores, sendo animais essencialmente visuais (van der Pijl, 1982), e, como consequência, seu modo de forrageio é geralmente em busca de frutos coloridos (Janson, 1983) e com sinais de maturação (Moermond & Denslow, 1983). Frutos maduros apresentam colorações variáveis de acordo com reações fisiológicas de seu estado de amadurecimento, e frutos verdes são comumente imaturos e impalatáveis (Willson & Whelan, 1990). Espécies generalistas, mais comuns em bordas de fragmentos (Cândido, 2000), são as maiores responsáveis pelo consumo desses frutos verdes, pois têm uma menor especificidade

de avaliação na escolha do recurso alimentar (Foster, 1977).

Determinar os fatores que influenciam a escolha dos frutos pelas aves pode ajudar na compreensão dos métodos de interação entre plantas e seus dispersores (Levey *et al.* 1984), portanto o entendimento dos processos de ornitocoria podem auxiliar programas de restauração e sucessão de florestas, de modo a diminuir custos e aumentar a eficácia dessas ações (Parker, 1997; Rodrigues *et al.*, 2009). A utilização de frutos artificiais funciona como alternativa para manipular independentemente as variáveis envolvidas no consumo de frutos por aves, buscando-se assim encontrar padrões nesses consumos. Contudo, experimentos em cativeiro podem interferir nos resultados desse método, o que é diminuído por práticas em campo (Alves-Costa & Lopes, 2001). A construção de modelos a partir de massa para modelar tem sido usada em alguns trabalhos com experimentos ecológicos e demonstrou ser uma ferramenta para controlar variáveis em ambiente natural (Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003; Cazetta *et al.*, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho experimental foi verificar se frutos maduros, visualmente mais atrativos, seriam mais consumidos do que frutos aparentando estágio imaturo, assim como testar se frutos agrupados produziram maior atração visual do que frutos dispersos para as aves frugívoras. Buscou-se ainda aliar essas relações com os ambientes de borda e interior do fragmento, e esperou-se assim que as hipóteses pudessem inferir relações com a presença de aves especialistas ou generalistas de acordo com as diferentes taxas de consumo, gerando consequências no processo de frugivoria. Segundo a primeira hipótese, frutos conspícuos deveriam ser mais consumidos no interior da mata devido à maior presença de frugívoros especialistas desse ambiente, ao contrário da borda, onde generalistas seriam responsáveis pela maior remoção de frutos verdes. A segunda hipótese prediz que frutos agregados seriam mais consumidos por especialistas do interior florestal, pelo maior sinal conspícuo que esses frutos causam, resultado de um processo de seleção entre plantas e seus dispersores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Parque Estadual da Cabeça do Cachorro (PECC) (24°54'47" S e 53°54'35" W), localizado no município de São Pedro do Iguçu, oeste do estado do Paraná - Brasil. O clima da região é classificado como Cfa, na escala de Köppen (Maack, 2002). A área de 60,98ha do parque é caracterizada, segundo Roderjan (1986), como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS). O PECC tem seu entorno caracterizado por uma paisagem formada por um mosaico de elementos, com a presença de alguns outros remanescentes de florestas e, principalmente, áreas agrícolas de grande extensão. Conforme Roderjan (1986), a área interna é composta por três estratos arbóreos, com o primeiro situado entre 18 e 22m de altura, o segundo entre 12 e 16m e o terceiro entre 5 e 11m. Algumas espécies emergentes do dossel podem ultrapassar 25m de altura. O sub-bosque é, em geral, sombreado, aberto e de fácil circulação devido à ausência de perturbação há 25 anos, quando da implantação da Unidade de Conservação (Roderjan, 1986).

Para este experimento, duas distintas áreas do parque foram utilizadas para a amostragem: (i) borda, constituída por um ecótono de transição no contato das áreas agrícolas adjacentes até 50m dentro do fragmento, e (ii) interior florestal do parque, distante pelo menos 100m da borda do fragmento.

A instalação do experimento foi executada em três blocos em cada um dos dois ambientes. Cada um dos seis blocos foi delimitado em 90m de extensão, sendo ainda separados por pelo menos 200m entre si, quando no mesmo ambiente (Figura 1). Os blocos do interior foram instalados a uma distância de 20m à margem da estrada interna a fim de evitar a exposição dos frutos aos visitantes do parque. A disposição dos blocos nos ambientes foi utilizada com o objetivo de testar o efeito do tipo de ambiente na frugivoria pelas aves.

Para o experimento foram confeccionados frutos artificiais com massa para modelar (plastilina,

Acrilex®) à base de amido, atóxica, sem odor e resistente à água (Alves-Costa & Lopes, 2001). Foram feitos 1 800 frutos artificiais, esféricos, com um diâmetro de 14mm, divididos igualmente em três cores: azul, verde e vermelho. Os frutos foram fixados com auxílio de linha de algodão em árvores a uma altura média de dois metros, atingindo assim somente o sub-bosque da floresta. Foram utilizadas somente plantas sem flores e frutos, e, quando necessário, algumas folhas foram removidas para homogeneizar a visibilidade dos frutos pelas aves.

Esses frutos foram arranjados em dois diferentes padrões em cada um dos seis blocos: o primeiro, denominado "frutos agregados", onde foram instalados cinco modelos de cada uma das três cores (n=15) em um raio de dois metros, de modo que cada cor estivesse isolada da outra, mas com modelos de mesma cor próximos; o segundo padrão testado, "frutos dispersos", constituiu-se, do

mesmo modo que o anterior, diferindo-se apenas no modo de disposição espacial, ou seja, os modelos foram instalados ao acaso para que as cores fossem misturadas e os frutos de mesma cor não ficassem próximos uns dos outros. Cada bloco foi constituído de cinco réplicas de cada padrão intercaladas por uma distância de 10m entre si.

*Coleta de Dados.* A coleta de dados foi realizada entre julho e agosto de 2009. Durante a amostragem, os modelos artificiais permaneceram em exposição por sete dias consecutivos. Ao oitavo dia de exposição dos frutos, foram realizadas as observações nos modelos, e, em seguida, a retirada deles dos blocos.

O registro e a posterior análise dos dados encontrados em campo foram feitos de modo que pudessem ser diferenciados o consumo de aves e o de outros animais, por meio da verificação de cada modelo de fruto, baseada na metodologia aplicada



**Figura 1.** Mapa do Parque Estadual da Cabeça do Cachorro com os ambientes utilizados na instalação dos blocos, julho/agosto de 2009.

**Nota:** x: Área Agrícola; #: Área do PECC; 1: Estrada de acesso ao parque; 2: Estrada interna; 3: Rio Corvo Branco; D, E, F: Blocos - ambiente de borda; A, B, C: Blocos - ambiente de interior.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

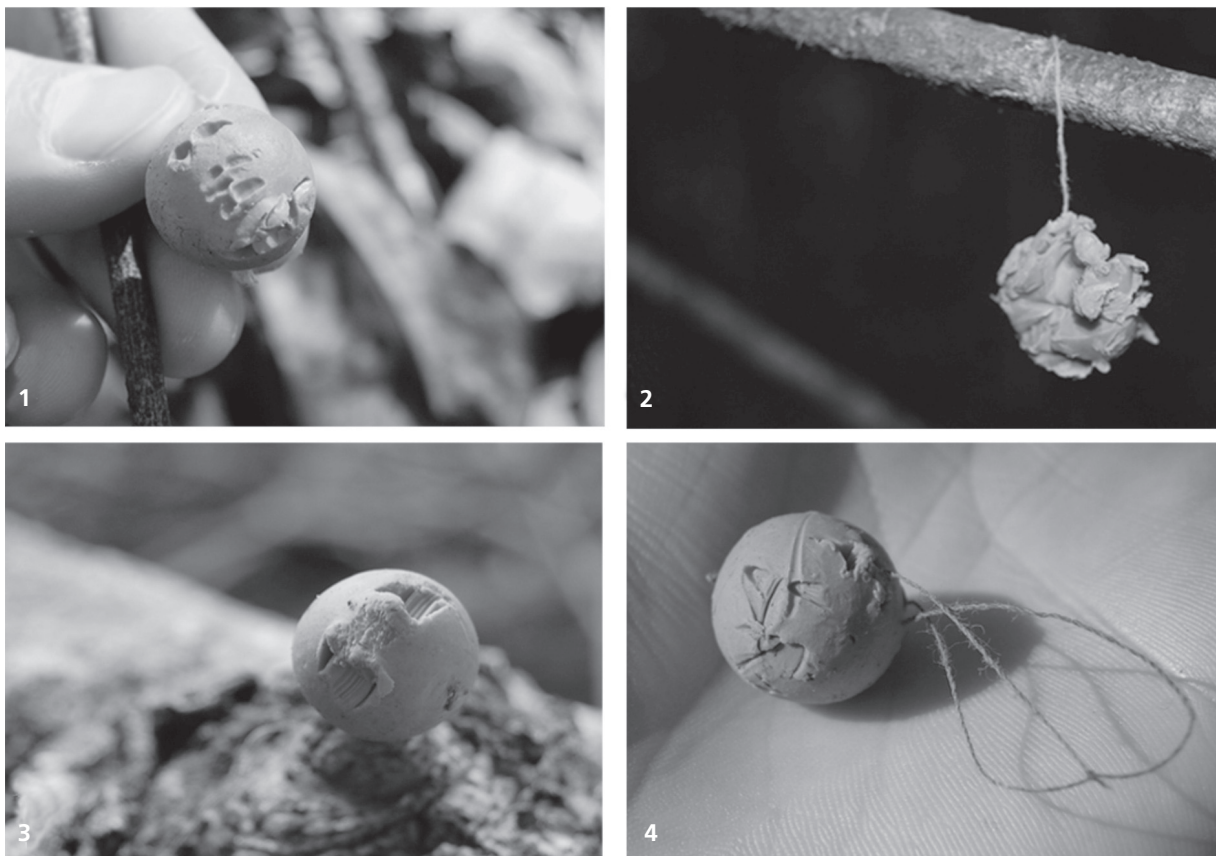
em Alves-Costa & Lopes (2001), em que marcas de frugivoria encontradas foram divididas em: (1) outras e (2-4) aves (Figura 2). Os frutos foram ainda diferenciados quanto ao número de investidas (bicadas) nos modelos, divididas em uma, ou mais de uma. Os modelos do tipo (1) não foram calculados junto às análises. Os resultados foram avaliados separadamente em cada ambiente por meio de uma Análise de Variância fatorial em blocos (Anova two-way), conforme Zar (1999), para os tratamentos de cor e agrupamento. Foi testado também se existiam diferenças ao comparar esses tratamentos entre o interior e a borda do fragmento por meio do teste de Qui-quadrado.

O presente estudo foi conduzido com base em princípios éticos, aprovados pelo Núcleo de Bioética e Comitê de Ética no uso de Animais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, a

execução foi autorizada pelo Instituto Ambiental do Paraná, em cumprimento à legislação específica.

## RESULTADOS

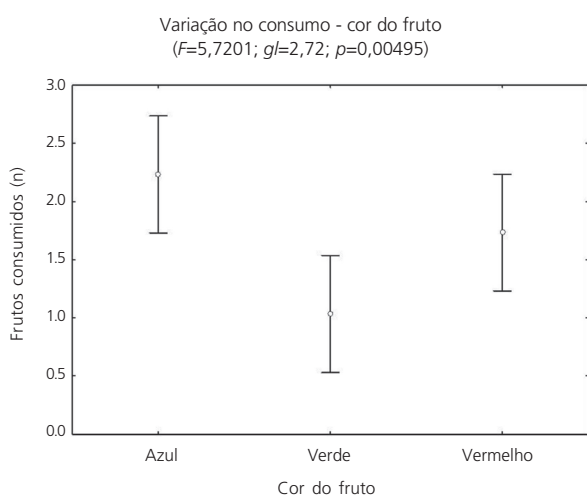
Foram analisados 1 762 modelos de 1 800 moldados, pois 38 frutos (2,1%) não foram encontrados. Dos frutos analisados, foi observado um total de 239 (13,5%) com algum tipo de marca de frugivoria. Desses frutos consumidos, 48 (20,1%) apresentaram outras marcas, de pequenos mamíferos principalmente, e 191 (79,9%) apresentaram marca de consumo por aves. Desse total, 157 frutos (65,0%) sofreram mais de uma tentativa em consumi-lo, enquanto o restante passou apenas por uma única marcação.



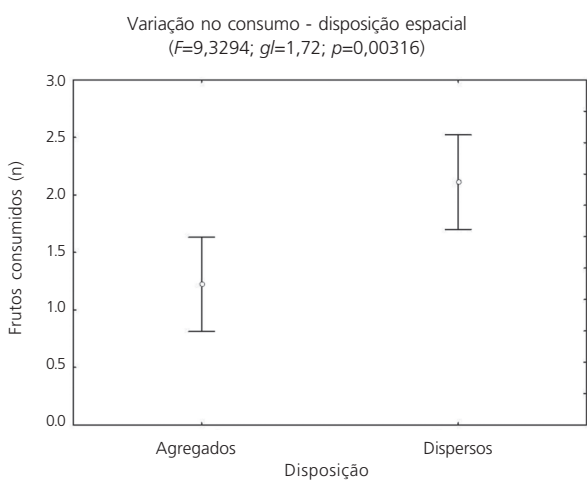
**Figura 2.** Marcas de tentativas no consumo dos modelos: (1) outros animais e (2-4) aves, julho/agosto de 2009.

**Fonte:** Arquivo do autor.

Não houve variações significativas ao se analisarem os blocos do interior do fragmento entre si ( $F=0,22$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,79$ ), contudo o consumo de frutos azuis e vermelhos, nessa ordem, foi maior do que o de cor verde ( $F=5,72$ ;  $gl=2,72$ ;  $p<0,05$ ), como era esperado pela primeira hipótese do experimento (Figura 3). Além disso, frutos agregados foram menos consumidos do que os frutos dispersos aleatoriamente no interior do fragmento ( $F=9,32$ ;  $gl=1,72$ ;



**Figura 3.** Variação no consumo - cor do fruto, de acordo com sua cor no interior do fragmento. Pontos são a média e as barras verticais indicam um intervalo de confiança de 0,95.

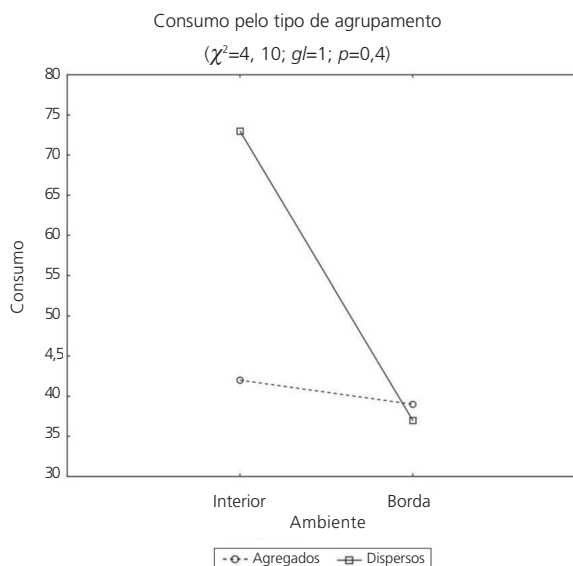


**Figura 4.** Variação no consumo de frutos, de acordo com sua disposição espacial no interior do fragmento. Pontos são a média e as barras verticais indicam um intervalo de confiança de 0,95.

$p<0,05$ ), o que não corroborou a segunda hipótese do trabalho (Figura 4). O ambiente de borda não demonstrou diferenças entre seus blocos ( $F=0,91$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,40$ ), coloração ( $F=2,60$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,08$ ) e tampouco na disposição espacial dos modelos ( $F=0,62$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,43$ ). As análises de comparação entre interior e borda não permitiram inferir que o ambiente possa explicar o consumo de diferentes cores ( $\chi^2=2,07$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,35$ ), mas explicam ( $\chi^2=4,10$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,04$ ) o maior consumo de modelos dispersos no interior do fragmento (Figura 5).

## DISCUSSÃO

Experimentos em campo permitem uma compreensão mais natural de processos ecológicos, e, quando aliados ao uso de frutos artificiais, permitem testar hipóteses, como encontradas em outros trabalhos (Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003). Os principais resultados demonstram que as cores mais conspícuas foram de fato mais consumidas no interior do fragmento, como previsto pela primeira hipótese e encontrado em trabalhos na mesma formação florestal (Galetti *et al.*, 2003).



**Figura 5.** Comparação entre os ambientes no consumo dos modelos conforme sua disposição espacial.



O interior apresenta maior presença de aves especialistas do que sua borda (Tabarelli & Gascon 2005; Devictor *et al.*, 2008). Essas aves tendem a ter uma menor capacidade de dispersão no ambiente, já que possuem nichos mais restritos (Julliard *et al.*, 2006), utilizando e dependendo mais do interior florestal (Tabarelli & Gascon, 2005; Devictor *et al.*, 2008).

Vários estudos encontraram resultados na preferência de aves por frutos pretos, vermelhos e azuis principalmente (Wheelwright & Janson, 1985; McPherson, 1988; Murray *et al.*; 1993; Willson, 1994). Efeitos da coloração dos frutos vêm sendo investigados em inúmeros trabalhos, mas ainda existem lacunas quanto à explicação da evolução entre os sinais das plantas e a interpretação por seus dispersores (Howe, 1986; Willson & Whelan, 1990; Schaefer *et al.*, 2004; Stournaras *et al.*, 2013). Embora existam espaços incertos em relação ao real efeito da coloração dos frutos, o que parece estar bem estabelecido é o valor que essas cores promovem no contraste no ambiente em que se encontram (Schmidt *et al.*, 2004; Stournaras *et al.*, 2013). Segundo Cazzeta *et al.* (2007), o contraste promovido pelas cores no ambiente é mais importante do que a própria cor, e como Schaefer *et al.* (2007) sugerem, essa característica é mais importante para os passeriformes, predominantemente dotados de visão ultravioleta. Já frutos verdes apresentam sinais fisiológicos, que são percebidos pelos frugívoros especialistas, e em menor grau pelos generalistas, que os definem como impalatáveis (Willson & Whelan, 1990).

Encontrou-se também que frutos dispersos foram mais consumidos no interior do fragmento, ao contrário do que se esperava. Esse resultado pode ser consequência da época em que o estudo foi realizado. A fenologia desse ambiente florestal é caracterizada com um pico na frutificação entre os meses de julho e agosto (Mikich & Silva, 2001), exatamente durante a execução desse experimento. Conforme Howe & Estabrook (1977), plantas com picos de frutificação e em menor densidade (isolados) são classificadas em seu modelo II. Esse modelo prediz que essas espécies evoluíram juntamente com

seus dispersores, aves oportunistas, principalmente. O modelo de seleção proposto mostra que essas plantas são favorecidas por diferentes períodos de produção entre indivíduos da mesma espécie, gerando menor probabilidade de sobreposição na produção de frutos, o que acaba reduzindo a competição na atração de aves oportunistas. Além disso, essas aves são responsáveis por um consumo rápido de frutos pequenos e isolados (Morden-Moore & Willson, 1982; Willson & Melampy, 1983).

Os resultados deste estudo apresentaram ainda um menor consumo de frutos na borda do fragmento, o que contraria os dados do estudo de Galetti *et al.* (2003), que encontraram que a maior luminosidade desse ambiente e a presença de aves generalistas promovem uma maior probabilidade de consumo, aumentando ainda em fragmentos maiores. A borda de uma floresta é um ambiente de menor qualidade estrutural (Moran *et al.*, 2009), resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes, quando separados de maneira abrupta, o que modifica as composições de espécies animais e vegetais nessa parte marginal do fragmento (Forman & Godron, 1986; Murcia, 1995). Por isso, acreditamos que a ausência de diferenças em nossos resultados no consumo dos frutos nesta área seja apenas reflexo da abundância de aves na borda, aliada a uma maior produção de frutos naturais nessa época do ano no PECC.

A borda e o tamanho do fragmento são ligados por uma simples relação geométrica: quanto maior o fragmento, mais o trecho de floresta do interior se afasta dos efeitos da borda (Murcia, 1995). Áreas pequenas como a do PECC podem sofrer sua influência em toda extensão, sem uma área suficiente para diferenciação entre o interior e a borda do fragmento, que, nesse caso, varia entre 100 e 300m, do centro à extremidade mais próxima. Portanto, o tamanho do remanescente florestal é particularmente importante, pois a perda de habitat influi diretamente em organismos especialistas que precisam de áreas maiores para sua sobrevivência (Taylor & Merriam, 1995), ao mesmo tempo em que outros organismos mais generalistas e adaptáveis podem se beneficiar desse mesmo processo (Fahrig, 2003). Esse fato é

importante, pois, em áreas alteradas, a grande maioria das espécies de passeriformes é composta por frugívoros parciais (generalistas), responsáveis pelas maiores taxas de consumo de frutos silvestres e cultivados (Argel-de-Oliveira, 1998), mas que geram uma dispersão de qualidade inferior e não adaptada aos frutos dispersos por aves especialistas, possivelmente alterando os processos de sucessão florestal nessas áreas.

## CONCLUSÃO

Há uma série de decisões tomadas por aves frugívoras na escolha de seu recurso: elas precisam encontrar o fruto no ambiente, escolher em qual desses frutos irão investir e, após isso, se irão consumir o fruto escolhido, medindo os benefícios e riscos dessas ações. Neste experimento, entende-se que as respostas podem ser mais complexas, mas parece claro que aves frugívoras escolhem seu alimento por meio do contraste do fruto no ambiente. Pode-se generalizar também que aves frugívoras oportunistas são as principais consumidoras de frutos durante picos de produção em florestas estacionais. Quando uma área for reduzida de modo a não suportar comunidades complexas, os processos de sucessão florestal passam a depender de espécies generalistas, com efeitos na qualidade e na efetividade da dispersão.

## AGRADECIMENTOS

Aos doutores Alexandre Vogliotti e José Flávio Cândido Júnior pela revisão e sugestões na versão inicial do manuscrito, e principalmente ao revisor deste artigo por suas valiosas contribuições.

## REFERÊNCIAS

Alves-Costa, C.P. & Lopes, A.V.F. (2001). Using artificial fruits to evaluate fruit selection by birds in the field. *Biotropica*, 33(4):713-7.

Argel-de-Oliveira, M.M. (1998). Aves que plantam: frugivoria e dispersão de sementes por aves. *Boletim Centro de Estudos Ornitológicos*, 13:9-23.

Cândido, J.F.J. (2000). The edge effect in a forest bird community in Rio Claro, São Paulo State, Brazil. *Ararajuba*, 8(1):9-16.

Cazetta, E.; Schaefer, H.M. & Galetti, M. (2007). Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. *Evolutionary Ecology*, 23(2):233-44.

Corlett, R.T. (2011). How to be a frugivore (in a changing world). *Acta Oecologica*, 37(6):674-81.

Devictor, V.; Julliard, R. & Jiguet, F. (2008). Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*, 117(4):507-14.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34:487-515.

Forman, R.T.T. & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.

Foster, M.S. (1977). Ecological and nutritional effects of food scarcity on a tropical frugivorous bird and its fruit source. *Ecology*, 58(1):73-85.

Galetti, M.; Alves-Costa, C.P. & Cazetta, E. (2003). Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation*, 111(2):269-73.

Howe, H.F. (1986). Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *IBIS*, 113(2):194-202.

Howe, H.F. & Estabrook, G.F. (1977). On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *The American Naturalist*, 111(981):817-32.

Janson, C.H. (1983). Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a Neotropical forest. *Science*, 219(4581):187-9.

Jordano, P. (2000). Fruits and frugivory. In: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2<sup>nd</sup> ed. Wallingford (UK): CABI Publ. p.125-66.

Julliard, R.; Clavel, J.; Devictor, V.; Jiguet, F. & Couvet, D. (2006) Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*, 9:1237-44.

Levey, D.J.; Moermond, T.C. & Denslow, J.S. (1984). Fruit choice in neotropical birds: The effect of distance between fruits on preferences patterns. *Ecology*, 65(3):844-50.

Maack, R. (2002). *Geografia física do estado do Paraná*. 3<sup>a</sup> ed. Curitiba: Imprensa Oficial.

McKey, D. (1975). The ecology of coevolved seed dispersal systems. In: Gilbert, L.E. & Raven, P. (Ed.). *Coevolution of animals and plants*. Austin (TX): U. Texas Press. p.159-91.



- McPherson, J.M. (1988). Preferences of cedar waxwings in the laboratory for fruit species, colour and size: A comparison with field observations. *Animal Behaviour*, 36(4):961-69.
- Mikich, S.B. & Silva, S.M. (2001). Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-Oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 15(1):89-113.
- Moermond, T.C. & Denslow, J.S. (1983). Fruit choice in Neotropical birds: Effects of fruit type and accessibility on selectivity. *Journal of Animal Ecology*, 52(2):407-20.
- Moran, C.; Catterall, C.P. & Kanowski, J. (2009). Reduced dispersal of native plant species as a consequence of the reduced abundance of frugivore species in fragmented rainforest. *Biological Conservation*, 42(3):541-52.
- Morden-Moore, A.L. & Willson, M.F. (1982). On the ecological significance of fruit color in *Prunus serotina* and *Rubus occidentalis* field experiments. *Canadian Journal of Botany*, 60(8):1554-60.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Tree*, 10(2):58-62.
- Murray, K.G.; Winnett-Murray, K.; Cromie, E.A.; Minor, M. & Meyers, E. (1993). The influence of seed packaging and fruit color on feeding preferences of American robins. *Vegetatio*, 107/108(1):217-26.
- Parker, V.T. (1997). The scale of successional models and restoration objectives. *Restoration Ecology*, 5(4):301-6.
- Pijl, L. van der. (1982). *Principles of dispersal in higher plants*. 3<sup>rd</sup> ed. Berlin: Springer-Verlag.
- Roderjan, C.V. (1986). *Caracterização da vegetação da reserva florestal Cabeça do Cachorro, Toledo-PR*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Relatório Técnico ITC. p.10.
- Rodrigues, R.R.; Lima, R.A.F.; Gandolfi, S. & Nave, A.G. (2009). On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 142(6):1242-51.
- Schaefer, H.M.; Schaefer, V. & Levey, D.J., (2004). How plant-animal interactions signal new insights in communication. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(11):577-84.
- Schaefer, H.M.; Shaefer, V. & Vorobyev, M. (2007). Are fruit colors adapted to consumer vision and birds equally efficient in detecting colorful signals? *American Naturalist*, 169(1):159-69.
- Schmidt, V.; Martin Schaefer, H. & Winkler, H. (2004). Conspicuousness, not colour as foraging cue in plant-animal signaling. *Oikos*, 106:551-7.
- Snow, D.W. (1981). Tropical frugivorous birds and their food plants: A world survey. *Biotropica*, 13(1):1-14.
- Stourmaras, K.E.; Lo, E.; Böhning-Gaese, K.; Cazetta, E.; Dehling, D.M. Schleuning, M., et al. (2013). How colorful are fruits? Limited color diversity in fleshy fruits on local and global scales. *New Phytologist*, 198(2):617-29.
- Tabarelli, M. & Gascon, C. (2005). Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. *Megadiversidade*, 1(1):181-8.
- Taylor, P.D. & Merriam, G. 1995. Habitat fragmentation and parasitism of a forest damselfly. *Landscape Ecology*, 11(3):181-9.
- Willson, M.F. & Melampy, M.N. (1983). The effect of bicolored fruit displays on fruit removal by avian frugivores. *Oikos*, 41(1):27-31.
- Willson, M.F. & Whelan, C.J. (1990). The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. *American Naturalist*, 136(6):790-809.
- Willson, M.F. (1994). Fruit choices by captive American robins. *Condor*, 96(2):494-502.
- Wheelwright, N.T. & Janson, C.H. (1985). Colors of fruit displays of bird-dispersed plants in two tropical forests. *American Naturalist*, 126(6):777-99.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Recebido: 26/3/2013  
Versão Final: 21/10/2013  
Aprovado: 29/11/2013

