

Cor e densidade determinam a escolha de frutos por aves de sub-bosque?

Melina de Souza Leite

Introdução

O estudo das interações planta-animal está entre os mais ativos campos da biologia evolutiva e o papel das interações nas características das espécies que interagem é ainda um foco importante da pesquisa ecológica (Malo & Baonza, 2002). A dispersão de sementes representa a última fase do ciclo reprodutivo das plantas e, portanto, é um evento crítico para a regeneração florestal (Janzen, 1970; Francisco & Galetti, 2002; Wang & Smith, 2002). A frugivoria, por estar muitas vezes relacionada com a dispersão de sementes, é uma peça importante para a manutenção da alta diversidade de espécies de plantas tropicais (Janzen, 1970). Dentre algumas das hipóteses que tentam explicar as vantagens da dispersão de sementes estão o escape das altas taxas de mortalidade de sementes e plântulas próximo às plantas adultas, a colonização de novos ambientes e aumento do fluxo gênico, hipóteses essas que não são excludentes (Levey *et al.*, 1994; Francisco & Galetti, 2002).

Aves e mamíferos são os vertebrados dispersores de sementes de maior importância

nas florestas tropicais, nas quais uma grande porção das espécies arbóreas (entre 50% e 90%) apresenta dispersão ornitocórica (Tabarelli & Peres, 2002; Galetti *et al.*, 2003). Dessa forma, o comportamento das espécies frugívoras pode influenciar os padrões de distribuição de sementes, e, conseqüentemente a estrutura da comunidade de plantas (Wang & Smith, 2002).

As preferências das aves por características específicas dos frutos têm importantes implicações para a evolução do comportamento das aves e das características dos frutos (Alves-Costa & Lopes, 2001). A ornitocoria está diretamente relacionada com certas características de frutos, tais como: cor, tamanho, forma, qualidades nutritivas, tipo de fruto ou infrutescência, abundância, tipo de habitat e distância entre as plantas que estão frutificando (Sargent, 1990; Murray *et al.*, 1993; Levey *et al.*, 1994; Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003). Saber como as aves integram estes fatores na escolha de frutos é um assunto complexo e amplamente incompreendido (Levey *et al.*, 1994). No entanto, geralmente frutos consumidos por aves são

pequenos, esféricos, de coloração conspícua e sem odor (Levey *et al.*, 1994). No sub-bosque de florestas tropicais úmidas, as espécies ornitocóricas, por terem evoluído em um ambiente de baixa luminosidade, devem apresentar sinais visuais conspícuos, como cores contrastantes e altas densidades, para serem percebidos pelos frugívoros (Levey *et al.*, 1984). Segundo Galetti *et al.* (2003), os frutos de espécies de sub-bosque em florestas tropicais são pequenos e consumidos por uma grande variedade de aves generalistas.

O uso de frutos artificiais é uma maneira de manipular independentemente as características dos frutos que influenciam na escolha das espécies dispersoras (Alves-Costa & Lopes, 2001). No entanto, experimentos com frutos artificiais são realizados principalmente com espécies de aves em cativeiro e em condições artificiais (e.g. Levey *et al.*, 1984). Poucos estudos até agora utilizaram frutos artificiais em pesquisas de campo (e.g. Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi testar, através do uso de frutos artificiais, se a cor e a densidade dos frutos determinam a escolha das aves de sub-bosque em uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Frutos de coloração conspícua e em alta densidade por serem de visualização mais fácil aumentam as chances de serem visitados por uma ave.

Material & métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva do Km 41 (2°24' S; 59°44' O), localizada na Fazenda Esteio, na área do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), cerca de 80 km ao Norte de Manaus (Oliveira, 1987). A área caracteriza-se por uma floresta de terra firme, com a altura média do dossel de 35 m e sub-bosque dominado por palmeiras (Pires & Prance, 1985). A temperatura média anual é de 26,7 °C com precipitação média anual de 2.186 mm, sendo março e abril os meses mais chuvosos, com cerca de 300 mm de chuva ao mês, e o período mais seco entre julho e setembro, com aproximadamente 100 mm/mês (Lovejoy & Bierregaard, 1990).

Delineamento amostral e análise dos dados

Foram modelados 986 frutos esféricos com aproximadamente 15 mm de diâmetro, usando massa de modelar atóxica, sem odor e resistente à água (Figura 1A). Em cada fruto foi aderida uma linha para prendê-lo aos galhos. Os frutos foram colocados em plantas arbustivas ou árvores jovens entre um e dois metros de altura. Somente plantas sem flores e sem frutos foram utilizadas. Quando necessário, algumas folhas eram removidas do local de fixação dos frutos para mantê-los mais visíveis. Foram utilizados três transectos espaçados 200 m um do outro,

totalizando 1670 m de extensão. Os transectos foram todos estabelecidos em uma área de platô no interior da floresta. A cada 10 m uma planta recebeu aleatoriamente um dos quatro tratamentos: frutos vermelhos em alta densidade (10 frutos, N=42); frutos vermelhos em baixa densidade (dois frutos, N=46); frutos verdes em alta densidade (10 frutos, N=40) e frutos verdes em baixa densidade (dois frutos, N=39).

Após três dias, o número de frutos bicados e intactos foi contado em cada planta. Considerando que mamíferos utilizam-se mais do olfato para atividades de forrageamento, é provável que estes não tenham interferido no experimento, como também observado por Alves-Costa & Lopes (2001) que encontraram em menos de 3% dos frutos sinais de mordida de mamíferos. No entanto, devido à possível

queda dos frutos causada pelas chuvas durante o estudo, frutos caídos ou removidos não foram considerados nas análises. Para testar se cor e densidade afetam a escolha de frutos pelas aves frugívoras, foi realizada uma análise log-linear (Zar, 1984).

Durante o estudo, foram verificadas três categorias distintas de bicadas nos frutos (Figura 1B-D). A primeira foi caracterizada por muitas bicadas grandes que removeram pedaços grandes de massa do fruto (Figura 1B). A segunda foi caracterizada por poucas bicadas de tamanho mediano sem a remoção de massa (Figura 1C), e o terceiro tipo de bicada foi caracterizado por muitas bicadas pequenas que removem pequenos pedaços de massa do fruto (Figura 1D).

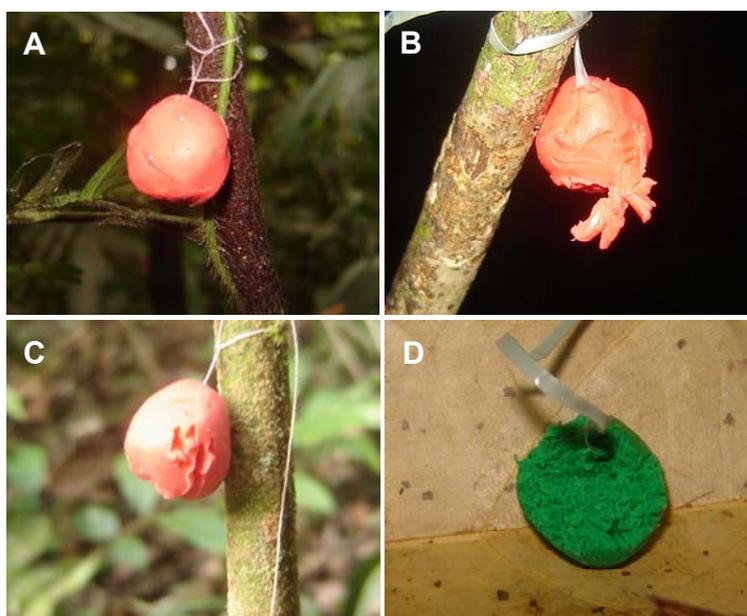


Figura 1. Fruto artificial intacto (A) e três categorias de bicadas por aves (B-D). (B) Muitas bicadas grandes com remoção de grandes pedaços da massa. (C) Poucas bicadas de tamanho mediano, sem remoção de massa. (D) Muitas bicadas pequenas com remoção de pequenos pedaços de massa.

Resultados

Ao total, 56 plantas tiveram pelo menos um fruto bicado por aves. Desse total, 38% foram no tratamento frutos vermelhos em alta densidade, 32% frutos vermelhos em baixa densidade, 20% frutos verdes em alta densidade e 10% frutos verdes em baixa densidade. Não foi encontrado nenhum efeito da densidade sobre a probabilidade de um fruto ser atacado pelas aves ($\chi^2=2,68$; g.l.=2; $p=0,26$). Por outro lado, frutos vermelhos foram mais atacados do que frutos verdes ($\chi^2=10,14$; g.l.=2; $p<0,001$). As chances de um fruto vermelho ser bicado foram duas vezes maiores do que as chances de um fruto verde (23% e 10%, respectivamente).

Bicadas grandes (Figura 1B) não foram encontradas em frutos verdes ($\chi^2=11,6$; g.l.=1; $p<0,001$). Bicadas de tamanho mediano (Figura 1C) foram mais frequentes em frutos vermelhos ($\chi^2=8,62$; g.l.=1; $p<0,001$), enquanto que bicadas pequenas (Figura 1D) foram encontradas igualmente nas duas cores de frutos ($\chi^2=0,53$; g.l.=1; $p=0,47$).

Discussão

A cor parece ser um fator importante para a seleção de frutos pelas aves do sub-bosque. Frutos vermelhos, por serem mais conspícuos, foram mais visitados do que frutos verdes. Estudos com aves em cativeiro que avaliaram a escolha de cor de frutos também

mostraram que as aves preferiram frutos vermelhos (Levey *et al.*, 1984; McPherson, 1988), o que também foi observado em experimentos de campo (Gervais *et al.*, 1999; Alves-Costa & Lopes, 2001; Arruda *et al.*, dados não publicados). Dado que as aves são animais de orientação visual, uma das características de fruto mais importantes que levam à síndrome de dispersão ornitocórica é a cor: quanto mais conspícua, mais fácil o fruto é visualizado, visitado e, provavelmente, dispersado por uma ave.

Nenhum dos estudos que utilizaram frutos artificiais em experimentos de campo (Alves-Costa & Lopes, 2001; Galetti *et al.*, 2003; Arruda *et al.*, dados não publicados) utilizaram frutos verdes. Testar as taxas de bicadas com frutos verdes pode ser importante para o entendimento da coevolução entre plantas e aves frugívoras dispersoras de sementes, pois normalmente os frutos carnosos quando imaturos possuem coloração verde. Se as aves se alimentassem facilmente dos frutos antes da maturação das sementes, elas provavelmente não seriam boas dispersoras. É provável que a coloração verde dos frutos imaturos, pouco atrativa para aves, seja uma estratégia para evitar a frugivoria antes que as sementes estejam prontas para serem dispersas. Mesmo que as características de frutos associadas às síndromes sejam grandes, é importante notar

que elas não são exclusivas (Levey *et al.*, 1994). Frequentemente se observam determinados frugívoros ingerindo frutos cujas características estão relacionadas a outra síndrome de dispersão (Pizo, 2003). Esta falta de exclusividade na escolha de frutos nos frugívoros pode explicar a presença de bicadas nos frutos verdes deste estudo.

A abundância, detectabilidade e acessibilidade determinam a disponibilidade de frutos em um ambiente (Levey *et al.*, 1994), a qual afeta as taxas de remoção de frutos e abundância de frugívoros. Portanto um fruto preferido em uma situação pode não ser em um contexto diferente (Levey *et al.*, 1994). Neste estudo, a densidade de frutos em uma planta não foi importante para detecção dos frutos pelas aves. Não foi observada nenhuma planta de sub-bosque frutificando na área amostrada, o que é um indício de que na área estudada a disponibilidade de recursos seja baixa. Em ambientes com baixa disponibilidade de recursos ocorre um aumento do tempo de forrageamento das aves (Levey *et al.*, 1984), o que pode levar ao aumento da probabilidade da detecção de frutos em baixa densidade.

O presente estudo foi capaz de distinguir três tipos diferentes de bicadas. Alves-Costa & Lopes (2001) e Arruda *et al.* (dados não publicados) encontraram cinco tipos de bicadas em estudos conduzidos na floresta Atlântica e

Amazônica, respectivamente. Ambos os trabalhos afirmam que o número de categorias está relacionado positivamente com o número de espécies frugívoras. No presente estudo, é possível que o número de categorias de bicadas também seja resultado da baixa riqueza de espécies frugívoras no sub-bosque, principalmente porque a maioria das aves de sub-bosque da floresta Amazônica são insetívoras (Bierregaard & Lovejoy, 1989). Devido à dificuldade em se classificar bicadas sutilmente diferentes em frutos muito danificados, é possível que este estudo tenha subestimado o número de categorias presente e agrupado categorias parecidas. As relações encontradas entre categorias de bicadas e cores dos frutos sugerem diferenças quanto à estratégia de forrageamento dentre as aves frugívoras. Por exemplo, as bicadas pequenas, por estarem igualmente presente nas duas cores avaliadas (vermelho e verde), podem indicar um maior grau de generalização destas aves. É provável que as espécies que produziram as bicadas grandes e medianas estejam muito mais envolvidas no mecanismo coevolutivo da síndrome de dispersão de sementes por aves, já que atacaram preferencialmente frutos vermelhos.

As síndromes de dispersão de sementes parecem ser evidências de coevolução, mas os mecanismos que as geram permanecem

obscuros (Levey *et al.*, 1994). Alguns autores afirmam existir um contínuo de dependências evolutivas e ecológicas entre espécies de aves e plantas (ver revisão em Levey *et al.*, 1994). Em um lado deste contínuo estão as espécies de aves extremamente especialistas em plantas com frutos grandes, nutritivos e pouco abundantes. No outro extremo, estão as espécies de aves mais generalistas e oportunistas relacionadas a plantas com grande abundância de frutos pequenos e pouco nutritivos. Outros acreditam que a coevolução espécie-específica entre dispersores de sementes e plantas parece não ocorrer (Moore, 2001), principalmente porque não existem razões para se acreditar que frugívoros especialistas sejam melhores dispersores de sementes do que generalistas. Neste caso, é possível interpretar que os grupos que atacam preferencialmente os frutos vermelhos sejam consideradas como especialistas, e aqueles que bicaram também frutos verdes sejam considerados generalistas. No entanto não há como inferir diretamente qual dos dois grupos é melhor dispersor de sementes, mesmo que aqueles que atacam frutos vermelhos estejam mais relacionados à ornitocoria. Esta falta de causalidade entre ornitocoria e dispersão de sementes faz com que as síndromes de dispersão sejam consideradas como um

resultado de mecanismos coevolutivos difusos (Levey *et al.*, 1994).

Agradecimentos

Gostaria de agradecer inicialmente à Paula Lira e Camila Barros pela enorme ajuda em elaborar este projeto. Aos professores Thiago, Glauco, Zé e Paulo pela enorme ajuda metodológica, estatística e psicológica. Aos amigos que me ajudaram durante dias fazendo bolinhas de massinha e, principalmente, aos amigos “pseudo-réplica” do Igarafest por me permitirem trabalhar fazendo bolinhas durante as festas. E finalmente, a todos os alunos, monitores, professores e funcionários do “EFA 2007” por fazer de um curso de campo uma lição de vida.

Referências bibliográficas

- Alves-Costa, C.P. & A.V. Lopes. 2001. Using artificial fruits to evaluate fruit selection by birds in the field. *Biotropica*, 33: 713-717.
- Francisco, M.R. & M. Galetti. 2002. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*, 25: 11-17.

- Galetti, M.; C.P. Alves-Costa & E. Cazetta. 2003. Effects of forest fragmentation, antropogenic edges and fruit color on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation*, 111: 269-273.
- Galetti, M. & M.A. Pizo. 1996. Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. *Ararajuba*, 4: 71-79.
- Gervais, J.A.; B.R. Noon & M.F. Willson. 1999. Avian selection of the color-dimorphic fruits of salmonberry, *Rubus spectabilis*: a field experiment. *Oikos*, 84: 77-86.
- Howe, H.F. & L.C. Westley. 1986. Ecology of pollination and seed dispersal, pp. 185-215. In: *Plant Ecology* (M.J. Crawley ed.). Blackwell Scientific, Oxford.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in a tropical forest. *American Naturalist*, 104: 501-528.
- Levey, D.J.; T.C. Moermond & J.S. Denslow. 1984. Fruit choice in neotropical birds: the effect of distance between fruits on preference patterns. *Ecology*, 65: 844-850.
- Levey, D.J.; T.C. Moermond & J.S. Denslow. Frugivory: an overview, pp 282-294. In: *La Selva – ecology and natural history of a neotropical rain forest* (L.A. McDade; K.S. Bawa; H.A. Hespenehede & G.S. Hartshorn, eds.). The University of Chicago Press, Chicago.
- Lovejoy, T.E. & R.O. Bierregaard. 1990. Central Amazonian forests and the minimal critical size of ecosystems project, pp. 60-71. In: *Four neotropical rainforests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, London.
- Malo, J.E. & J. Baonza. 2002. Are there predictable clines in plant-pollinator interactions along altitudinal gradients? The example of *Cytisus scoparius* (L.) link in the Sierra de Guadarrama (Central Spain). *Diversity and Distributions*, 8: 365-371.
- 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: 961-969.
- Moore, P.D. 2001. The guts of seed dispersal. *Nature*, 414: 406-407.
- Murray, K.G.; K. Winnett-Murray; E.A. Cromie; M. Minor & E. Meyers. 1993. The influence of seed packaging and fruit color on feeding preferences of American robins. *Vegetatio*, 107/108: 217-226.
- Oliveira, A.A. 1987. Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, AM. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pires, J.M. & G.T. Prance. 1985. The vegetation types of the brazilian amazon, pp. 109-145.

- In: Amazonia (G.T. Prance & T. Lovejoy, eds.). Pergamon Press, New York.
- Pizo, M.A. 2003. Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Botânica*, 26: 371-377.
- Tabarelli, M. & C.A. Peres. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biological Conservation*, 106: 165-176.
- Zar J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.