



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

SAMUEL DOS SANTOS BARACHO

RELAÇÃO ENTRE A VARIAÇÃO INDIVIDUAL EM *Hohenbergia blanchetii*
(BROMELIACEAE) E A TOPOLOGIA DA REDE PLANTA-FRUGÍVORO

ILHÉUS-BA

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

SAMUEL DOS SANTOS BARACHO

RELAÇÃO ENTRE A VARIAÇÃO INDIVIDUAL EM *Hohenbergia blanchetii*
(BROMELIACEAE) E A TOPOLOGIA DA REDE PLANTA-FRUGÍVORO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da biodiversidade, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Talita Fontoura Alves

ILHÉUS-BA

2018

AGRADECIMENTOS

Aos meus professores da graduação da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), pelo conhecimento que me foi passado e que me ajudou bastante durante essa jornada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, aos professores e às secretarias, Iky e Amábille.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

À Petzl Fondation pelo financiamento do projeto.

À minha orientadora, Dr^a Talita Fontoura Alves pela orientação no projeto, pelas conversas além de questões científicas, pelo apoio e incentivo.

Aos meus colegas pelas trocas de ideias que foram muito boas para a minha evolução durante o mestrado, além dos momentos descontraídos dentro e fora da universidade.

À minha família por terem me apoiado e me incentivado nos momentos difíceis.

À minha namorada, pelo incentivo, apoio e pelas discussões científicas que surgiam até nos momentos de folga, e que foram de grande utilidade, além de algumas ajudas no campo.

Ao pessoal da Fazenda Almada, em especial à dona Juliana, proprietária da fazenda, por ter me recebido na fazenda, permitindo que eu realizasse os meus trabalhos nesse lugar maravilhoso. Ao senhor Mário por ter me mostrado a fazenda e pelas conversas e histórias que eu não me cansava de escutar. Ao senhor Tico pelas conversas e pela ajuda em alguns momentos.

Ao meu amigo Pablo, pela ajuda em algumas idas a campo que sempre eram regadas de entusiasmo.

Ao meu amigo Zé, pela ajuda durante algumas idas à campo, pelas dicas e conversas intermináveis e por outros ensinamentos que irei levar pelo resto da vida.

Ao professor Wesley pelas dicas e ensinamentos que foram muito importantes para a realização do meu trabalho

B223 Baracho, Samuel dos Santos.
Relação entre a variação individual em *Hohenbergia blanchetii* (Bromeliaceae) e a topologia da rede planta-frugívoro / Samuel dos Santos Baracho. – Ilhéus, BA: UESC, 2018.
37 f. : il.

Orientadora: Talita Fontoura Alves.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.
Inclui referências.

1. Bromeliaceae. 2. Interação animal-planta. 3. Animais frugívoros. I. Título.

CDD 584.85

RESUMO

Indivíduos de uma mesma espécie podem apresentar variações individuais em diversas características independente do sexo e idade. A variação individual pode interferir nas dinâmicas ecológicas a nível populacional ou de comunidades. Um dos mecanismos pelos quais a variação individual interfere nas dinâmicas ecológicas é através de alterações nas interações entre os organismos. Diversos frugívoros apresentam preferências por determinadas características relacionadas com os frutos. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar possíveis relações entre a variação individual na produção, tamanho e concentração de carboidratos em *Hohenbergia blanchetii* e os índices de centralidade da rede. Foi avaliada a variação na quantidade de frutos produzidos, tamanho e concentração de carboidratos (glicose, frutos e sacarose) de 16 indivíduos de *H. blanchetii*. Para evitar possíveis erros de interpretação foi utilizado como variável o número de bromélias frutificando em um raio de 50m em torno dos indivíduos amostrados. A amostragem foi realizada entre março e junho de 2017. A partir de amostragens focais foi montada uma rede planta-frugívoro. Através da rede foi calculado os índices de centralidade por grau e intermédio para cada indivíduo da planta e espécie de ave. Foi utilizada uma análise de GLM para verificar possíveis relações entre as variáveis da planta e o número de bromélias próximas com os índices de centralidade dos indivíduos. Apesar de as variáveis da planta terem apresentado variação, não houve relação destas com os índices de centralidade dos indivíduos. Por outro lado, a análise de GLM mostrou que o número de bromélias frutificando próximas dos indivíduos apresentou relação com os índices de centralidade. A falta de relação entre variação individual e os índices de centralidade dos indivíduos de *H. blanchetii* pode ser devido a baixa quantidade de espécies (8 espécies) que interagiram com a planta, sendo que apenas uma espécie representou 70% das interações. Os critérios de escolha para determinadas características variam entre as espécies de aves. As espécies identificadas no presente trabalho podem apresentar preferências por outros tipos de características ou até mesmo não apresentar preferências. Devido ao baixo número de espécies que interagiram com a planta, estudos com outras espécies de planta são indicados.

Palavras-chave: Variação individual; Redes complexas; Frugivoria; Bromeliaceae

ABSTRACT

Individuals of the same species may present individual variations in several characteristics regardless of gender and age. Individual variation may interfere with ecological dynamics at the population or community level. One of the mechanisms by which individual variation interferes with ecological dynamics is through changes in interactions between organisms. Several frugivores have preferences for certain characteristics related to fruits. Thus, the present study aimed to evaluate possible relationships between the individual variation in the production, size and concentration of carbohydrates in *Hohenbergia blanchetii* and the indexes of centrality of the network. The variation in the number of fruits produced, size and concentration of carbohydrates (glucose, fructose and sucrose) of 16 individuals of *H. blanchetii* was evaluated. To avoid possible errors of interpretation, the number of bromeliads fruiting in a radius of 50m around the sampled individuals was used as a variable. Sampling was carried out between March and June of 2017. From focal samplings a plant-frugivorous network was set up. Through the network was calculated the indexes of centrality by degree and intermediate for each individual of the plant and species of bird. A GLM analysis was used to verify possible relationships between the plant variables and the number of nearby bromeliads with the indexes of centrality of the individuals. Although the variables of the plant presented variation, there was no relation of these with the indices of centrality of the individuals. On the other hand, the GLM analysis showed that the number of fruiting bromeliads close to the individuals had a relation with the centrality indices. The lack of relationship between individual variation and the centrality indices of *H. blanchetii* individuals may be due to the low amount of species (8 species) that interacted with the plant, with only one species representing 70% of the interactions. The selection criteria for certain characteristics vary between species of birds. The species identified in the present study may present preferences for other types of characteristics or even do not present preferences. Due to the low number of species that interacted with the plant, studies with other plant species are indicated.

Keywords: Individual variation; Complex networks; Frugivory; Bromeliaceae

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rede de interação representando a A) centralidade por grau e B) centralidade por intermédio, entre as aves: E_vio- *Euphonia violacea*, E_chl- *Euphonia chlorotica*, T_sel- *Tangara seledon*, T_say- *Tangara sayaca*, C fla- *Coereba flaveola*, D_cay- *Dacnis cayana*, P_leu- *Pyrrhura leucotis*, T_cya- *Tangara cyanomelas* (amarelo) e indivíduos de *H. blanchetii* (verde). Os números entre os colchetes representam o valor da centralidade. 27

Figura 2. Gráfico de relação entre A) centralidade por grau e B) centralidade por intermédio com o número de bromélias próximas aos indivíduos. 28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Família e espécies de aves registradas consumindo os frutos de *Hohenbergia blanchetii*, com número de visitas, e média e desvio padrão do consumo total (consumo) e da forma de ingestão e manipulação (mandibulado, engolido, derrubado, carregado e regurgitado) 25
- Tabela 2. Análise de Variância (ANOVA) entre o tamanho dos frutos para cada indivíduo da planta (SQ- Soma dos quadrados, gl- grau de liberdade, MQ- Média dos quadrados, F- estatística F da ANOVA) 26
- Tabela 3. Regressão múltipla entre as variáveis preditoras da rede mostrando o melhor modelo. Legenda: z-estatística z do GLM , $p > |z|$ -valor de probabilidade 28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	9
	REFERÊNCIAS	14
2	INTRODUÇÃO	18
3	METODOLOGIA	21
4.1	Área de estudo	21
4.2	Espécie utilizada no estudo	21
4.3	Desenho amostral	21
4.4	Amostragem focal	22
4.5	Variáveis individuais	22
4.6	Análise de redes	23
4.1	Análise de dados	24
4	RESULTADOS	24
5	DISCUSSÃO	29
6	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO GERAL

Interações mutualísticas planta-dispersores de sementes

O processo de dispersão ocorre quando as sementes são retiradas da planta-mãe e depositadas em uma distância mais segura, onde a competição e predação são mais baixas e a probabilidade de desenvolvimento da planta é maior (HOWE; SMALLWOOD, 1982; HOWE; MIRITI, 2004). A dispersão de sementes é uma etapa fundamental no ciclo reprodutivo de muitas plantas (HARPER, 1977; WANG; SMITH, 2002). Esse processo é importante para a manutenção da estrutura demográfica e genética das populações de plantas (JORDANO; GODOY, 2002). As plantas apresentam diferentes formas de dispersão, que pode ser realizada através do vento (anemocoria), água (hidrocória) ou pela abertura espontânea dos frutos (autocoria), por exemplo. Além dos agentes abióticos, a dispersão também pode ser realizada por animais (zoocoria) (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Em florestas tropicais, grande parte das plantas apresentam dispersão zoocórica (HOWE; SMALLWOOD, 1982; FLEMING; BREITWISCH; WHITESIDES, 1987).

A dispersão zoocórica é uma interação mutualística entre as plantas e os animais, onde as plantas oferecem nutrientes através da polpa dos frutos aos animais, e estes podem transportar as sementes da planta para locais distantes (JORDANO, 2013). Estas interações podem ser influenciadas por características das plantas, principalmente as relacionadas com os frutos (JORDANO, 2000). Os frutos de diferentes espécies de planta apresentam diferentes características, como forma, odor, cor e valor nutricional que podem determinar os seus agentes dispersores (JANSON, 1983; HOWE; WESTLEY, 1988). Frutos consumidos por organismos atraídos visualmente tendem a apresentar coloração contrastante e não apresentarem odor (CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2009), enquanto frutos consumidos por organismos guiados pelo olfato tendem a apresentar coloração menos chamativa e odor forte (WILLSON, 1993)

Assim como ocorrem entre diferentes espécies, indivíduos de uma mesma espécie de planta podem apresentar variações significativas nas características dos frutos (HOWE; RICHTER, 1982; JORDANO, 1984; OBESO; HERRERA, 1994). As interações entre as plantas e os dispersores podem ser influenciadas pela quantidade de frutos produzidos pelas

plantas (ALMEIDA-NETO, 2009), tamanho dos frutos (WEELWRIGHT, 1985) e concentração de nutrientes e compostos secundários (HERRERA, 1998; SCHAEFER; SCHMIDT; BAIRLEIN, 2003; CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2008). Alguns frugívoros, como algumas espécies de aves, conseguem detectar concentrações de diferentes tipos de carboidratos, podendo apresentar preferências por determinadas concentrações (DEL RIO; BAKER; BAKER, 1992; LOTZ; SCHONDUBE, 2006).

Variação individual

Os indivíduos de uma mesma espécie em muitos casos apresentam diferenças em diversos traços, que podem ser genéticos, morfológicos, fisiológicos ou comportamentais. Essa variação intraespecífica embora seja mais perceptível entre indivíduos de idades e sexos diferentes (POLIS, 1989; SHINE, 1989), também se mostra comum entre indivíduos dentro de uma mesma classe destas categorias (BOLNICK et al, 2003). A variação individual é reconhecida há muito tempo, sendo um importante componente de trabalhos clássicos envolvendo largura de nicho (ROUGHGARDEN, 1974). As variações nos traços individuais, mesmo os mais sutis, era reconhecida por Darwin por exemplo, que percebia a importância destas variações sobre o processo de seleção natural. No entanto, o interesse em relação a variação individual diminuiu em meados da década de 1970, e durante muitos anos esse fenômeno tem sido ignorado em diversos estudos (BOLNICK et al, 2003; BOLNICK et al, 2011).

As variações individuais podem interferir nas dinâmicas ecológicas. Alguns estudos teóricos têm demonstrado que quando a variação individual é considerada em alguns modelos ecológicos, ela pode interferir nas dinâmicas das populações e comunidades. Estes estudos mostram que a variação individual pode contribuir com a coexistência entre as espécies (DOEBELI, 1997; YAMAUCHI; YAMAMURA, 2005; VELLEND, 2006; LANKAU, 2009), promover a estabilidade das comunidades (OKUYAMA, 2008) e interferir no tempo e probabilidade de extinção (VINDENES; ENGER; SÆTHER, 2008). Além dos estudos teóricos, estudos empíricos têm indicado que a diversidade genética (que em determinados casos pode significar diversidade fenotípica) também pode promover efeitos ecológicos diversos, interferindo por exemplo na estabilidade de uma população, competição interespecífica, coexistência, produtividade primária, resposta das populações diante de distúrbios e na estrutura das comunidades (IMURA; TOQUENAGA; FUJII, 2003; HUGHES

et al, 2008; AGASHE, 2009; BECKS et al, 2010). Portanto desconsiderar esse fenômeno em determinados estudos pode ocasionar em conclusões erradas (SCHREIBER; BÜRGER; BOLNICK, 2011).

A variação individual pode interferir nas dinâmicas ecológicas através de mecanismos distintos. Bolnick et al. (2011) identificaram seis mecanismos que estão divididos em duas categorias de acordo com os seus efeitos. Na primeira categoria estão os mecanismos através dos quais as variações nos traços individuais interferem diretamente nas dinâmicas ecológicas. Isto pode ocorrer através de alterações na estrutura das redes alimentares (Grau aumentado), modificações na estabilidade das populações através de um efeito portfólio e influências sobre forças médias de interações interespecíficas se os traços tiverem uma relação não-linear com os atributos ecológicos (Desigualdade de Jansen). Quando a variação nas características individuais é hereditária, ela pode promover efeitos indiretos através do aumento da abundância de um fenótipo devido a reprodução de um fenótipo diferente (Subsídio fenotípico), feedbacks eco-evolutivos adaptativos e eco-evolutivos estocásticos.

O mecanismo pelo qual a variação individual interfere na estrutura das redes alimentares, denominado “grau aumentado”, está relacionado com a especialização dos indivíduos, que em muitos casos pode estar ligada com a variação nas características individuais destes. O fenômeno da especialização individual tem se mostrado comum entre diversos taxa de vertebrados e invertebrados. Isso significa que dentro das populações existem indivíduos que utilizam uma gama diferente de recursos (BOLNICK et al, 2003; ARAÚJO et al, 2011). Por exemplo, em uma rede alimentar, a variação no tamanho corporal dos predadores pode interferir na gama de presas que é consumida (EMMERSON; RAFFAELLI, 2004). Um indivíduo de predador que apresenta um maior tamanho, pode conseguir consumir uma maior variedade de presas. Por outro lado, indivíduos de menor tamanho podem se tornar mais especializados em um recurso. O termo grau aumentado vem da teoria das redes ecológicas, onde o número de interações que um organismo realiza é medido pelo grau (BASCOMPTE et al, 2003). Nesse contexto, uma determinada característica que aumente o número de interações que um indivíduo realiza estará aumentando o seu grau.

Redes ecológicas

Uma rede é a representação gráfica de um sistema contendo diferentes elementos que podem ou não estar conectados (BASCOMPTE; JORDANO, 2013). O conceito de redes é antigo, foi criado por Leonard Euler em 1736, para solucionar o problema das pontes de Königsberg (Rússia). Euler queria provar que não existia um caminho no qual fosse possível passar pelas sete pontes da cidade apenas uma vez, e para isso ele utilizou uma representação de um grafo. No entanto, apenas após muitos anos, os matemáticos Paul Erdos e Alfred Rényi criaram a teoria dos grafos que é a base das redes complexas (ERDOS; RÉNYI, 1960).

Os grafos das redes são compostos por vértices (também chamado de nó), que representa a unidade estudada (ex. uma espécie, indivíduo, moléculas...) e por arestas (também chamada de conexões ou links), que representam as interações entre as unidades (BASCOMPTE; JORDANO, 2013). As redes podem ser classificadas como unipartida, quando há apenas uma categoria de vértices, ou bipartida, quando há duas categorias. Redes que representam interações entre plantas e animais por exemplo, são bipartidas, havendo um tipo de vértice para cada categoria. Há ainda mais duas classificações em relação às redes, que podem ser binárias, quando as interações são diferenciadas apenas por ocorrerem ou não, ou ponderadas, onde as intensidades das interações são consideradas (BASCOMPTE; JORDANO, 2013).

As redes complexas representaram uma importante mudança de paradigma em vários campos, sendo utilizadas na Física, Sociologia, Informática e Biologia, por exemplo (BASCOMPTE; JORDANO, 2013). Após a aplicação das redes complexas em estudos de regulação de genes por exemplo, foi possível compreender melhor o funcionamento desse sistema (LUSCOMBE et al, 2004). As redes permitem a visualização de sistemas complexos e a identificação de propriedades emergentes, o que não seria possível se cada elemento fosse analisado separadamente (HELENO et al, 2014).

Através das redes de interação é possível a observações de alguns padrões dentro dos sistemas. Um padrão comum dentro das redes é o aninhamento, que está relacionado com a forma como ocorrem as interações dentro da rede, onde especialistas interagem com subconjuntos de espécies com as quais os generalistas interagem. Isso possibilita uma maior redundância dentro da rede, criando formas alternativas do sistema se manter e favorece a permanência dos especialistas. O aninhamento está relacionado com a estabilidade das redes (BASCOMPTE et al, 2003; BASCOMPTE; JORDANO, 2007). Outro padrão comum dentro das redes de interação é a modularidade, onde dentro da rede existem subgrupos (módulos) que estão pouco conectados entre si. Através da análise da modularidade das redes é possível identificar espécies importantes para a conservação do sistema (OLESEN et al, 2007).

As redes ecológicas podem ser divididas em três categorias: redes predador-presa, redes parasito-hospedeiro e redes mutualísticas (INGS et al, 2009). As redes mutualísticas descrevem relações mútuas onde as espécies que interagem entre si são beneficiadas. Alguns exemplos de redes mutualísticas são as redes planta-frugívoros, planta-polinizador e plantas-formigas (BASCOMPTE; JORDANO, 2013). As redes planta-frugívoros são bipartidas, havendo um grupo na rede representado pelos animais e outro pelas plantas (BASCOMPTE; JORDANO, 2013). Esse tipo de rede vem sendo utilizada para entender melhor as interações dentro das comunidades e estudar os processos ecológicos e evolutivos das interações planta-frugívoros (BASCOMPTE; JORDANO, 2007; CARLO; YANG, 2011).

Dentro das comunidades existem espécies mais importantes que outras para a manutenção do sistema, e as redes permitem identificar essas espécies. A importância dos vértices (que podem representar as espécies) é avaliada pela centralidade, que apresenta três índices diferentes. A centralidade por grau está relacionada com o número de interações que um vértice apresenta (LE MERRER; TRÉDAN, 2009), a centralidade por intermédio descreve a importância de um vértice como conector de diferentes partes da rede (FREEMAN, 1978) e a centralidade por proximidade está relacionada com a distância entre os vértices, indicando a influência de um vértice sobre outros vértices próximos (FREEMAN, 1978). As espécies que apresentam uma alta centralidade apresentam uma maior importância para as redes, aumentando a sua coesão. A retirada destas espécies do sistema pode ocasionar a fragmentação das redes (GONZÁLES; DALSGAARD; OLESEN, 2010). A partir da análise de centralidade é possível identificar espécies prioritárias para a conservação (DORMANN, 2011; VIDAL et al, 2014). Semelhante ao que ocorre nas comunidades, as populações podem apresentar indivíduos mais importantes que outros, e essa importância também pode ser avaliada através dos índices de centralidade (GÓMEZ; PERFECTTI, 2012)

REFERÊNCIAS

- AGASHE, D. The stabilizing effect of intraspecific genetic variation on population dynamics in novel and ancestral habitats. *The American Naturalist*, v. 174, n. 2, p. 255-267, 2009.
- BASCOMPTE, J; JORDANO, P. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, v. 38, p. 567-593, 2007.
- BASCOMPTE, J; JORDANO, P. *Mutualistic networks*. Princeton University Press, 2013.
- BASCOMPTE, J; JORDANO, P; MELIÁN, C. J; OLESEN, J. M. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, 2003.
- BECKS, L; ELLNER, S. P; JONES, L. E; HAIRSTON JR, N. G. Reduction of adaptive genetic diversity radically alters eco-evolutionary community dynamics. *Ecology letters*, v. 13, n. 8, p. 989-997, 2010.
- BOLNICK, D. I; SVANBACK, R; FORDYCE, J. A; YANG, L. H. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, v. 161, n. 1, p. 1-28, 2003.
- BOLNICK, D. I; AMARASEKARE, P; ARAÚJO, M. S; BURGER, R; LEVINE, J. M; NOVAK, M; RUDOLF, V. W. H; SCHREIBER, S. J; URBAN, M. C; VASSEUR, D. Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in ecology & evolution*, v. 26, n. 4, p. 183-192, 2011.
- CARLO, T. A.; YANG, S. Network models of frugivory and seed dispersal: challenges and opportunities. *Acta Oecologica*, v. 37, n. 6, p. 619-624, 2011.
- CAZETTA, E; SCHAEFER, H. M; GALETTI, M. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition?. *Oecologia*, v. 155, n. 2, p. 277-286, 2008.
- CAZETTA, E; SCHAEFER, H. M; GALETTI, M. Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. *Evolutionary Ecology*, v. 23, n. 2, p. 233-244, 2009.
- DEL RIO, C. M; BAKER, H. G.; BAKER, I. Ecological and evolutionary implications of digestive processes: bird preferences and the sugar constituents of floral nectar and fruit pulp. *Experientia*, v. 48, n. 6, p. 544-551, 1992.
- DOEBELI, M. Genetic variation and persistence of predator-prey interactions in the nicholson–bailey model. *Journal of Theoretical Biology*, v. 188, n. 1, p. 109-120, 1997.
- DORMANN, C. F. How to be a specialist? Quantifying specialisation in pollination networks. *Network Biology*, v. 1, n. 1, p. 1, 2011.
- EMMERSON, M. C.; RAFFAELLI, D. Predator–prey body size, interaction strength and the stability of a real food web. *Journal of Animal Ecology*, v. 73, n. 3, p. 399-409, 2004.
- ERDOS, P; RÉNYI, A. On the evolution of random graphs. *Publ. Math. Inst. Hung. Acad. Sci.*, v. 5, n. 1, p. 17-60, 1960.
- FLEMING, T. H.; BREITWISCH, R; WHITESIDES, G. H. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual review of ecology and systematics*, v. 18, n. 1, p. 91-109, 1987.

- FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks*, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1978.
- GÓMEZ, J. M.; PERFECTTI, F. Fitness consequences of centrality in mutualistic individual-based networks. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 279, n. 1734, p. 1754-1760, 2012.
- GONZÁLEZ, A. M. M; DALSGAARD, B; OLESEN, J. M. Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological Complexity*, v. 7, n. 1, p. 36-43, 2010.
- HARPER, J. L. Population biology of plants. *Population biology of plants.*, 1977.
- HELENO, R; GARCIA, C; JORDANO, P; TRAVESET, A; GÓMEZ, J. M; BLUTHGEN, N; MEMMOTT, J; MOORA, M; CERDEIRA, J; RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, S; FREITAS, H; OLESEN, J. M. Ecological networks: delving into the architecture of biodiversity. 2014.
- HERRERA, C. M. Long-term dynamics of mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: a 12-year study. *Ecological monographs*, v. 68, n. 4, p. 511-538, 1998.
- HOWE, H. F.; RICHTER, W. M. Effects of seed size on seedling size in *Virola surinamensis*; a within and between tree analysis. *Oecologia*, v. 53, n. 3, p. 347-351, 1982.
- HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics*, v. 13, n. 1, p. 201-228, 1982.
- HOWE, H. F; WESTLEY, L. C. Ecological relationships of plants and animals. Oxford University Press, 1988.
- HOWE, H. F.; MIRITI, M. N. When seed dispersal matters. *AIBS Bulletin*, v. 54, n. 7, p. 651-660, 2004.
- HUGHES, A. R; INOUYE, B. D; JOHNSON, M. T. J; UNDERWOOD, N; VELLEND, M. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology letters*, v. 11, n. 6, p. 609-623, 2008.
- IMURA, D; TOQUENAGA, Y; FUJII, K. Genetic variation can promote system persistence in an experimental host-parasitoid system. *Population ecology*, v. 45, n. 3, p. 205-212, 2003.
- INGS, T. C; MONTOYA, J. M; BASCOMPTE, J; BLUTHGEN, N; BROWN, L; DORMANN, C. F; EDWARDS, F; FIGUEROA, D; JACOB, U; JONES, J. I; LAURIDSEN, R. B; LEDGER, M. E; LEWIS, H. M; OLESEN, J. M; VAN VEEN, F. J. F; WARREN, P. H; WOODWARD, G. Ecological networks—beyond food webs. *Journal of Animal Ecology*, v. 78, n. 1, p. 253-269, 2009.
- JANSON, C. H. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a neotropical forest. *Science*, v. 219, n. 4581, p. 187-189, 1983.
- JORDANO, P. Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius*. *Oikos*, p. 149-153, 1984.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, v. 2, p. 125-166, 2000.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*, 3rd edn. Oxfordshire, UK: CABI, p. 18-61, 2013.

- JORDANO, P; GODOY, J. A. Frugivore-generated Seed Shadows: a Landscape View of Demographic and Genetic Effects. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution, and conservation, p. 305, 2002.
- LANKAU, R. A. Genetic variation promotes long-term coexistence of *Brassica nigra* and its competitors. *The American Naturalist*, v. 174, n. 2, p. E40-E53, 2009.
- LE MERRER, E; TRÉDAN, G. Centralities: capturing the fuzzy notion of importance in social graphs. In: *Proceedings of the Second ACM EuroSys Workshop on Social Network Systems*. ACM, p. 33-38, 2009.
- LOTZ, C. N.; SCHONDUBE, J. E. Sugar preferences in nectar-and fruit-eating birds: behavioral patterns and physiological causes. *Biotropica*, v. 38, n. 1, p. 3-15, 2006.
- LUSCOMBE, N. M; BABU, M. M; YU, H; SNYDER, M; TEICHMANN, S. A; GERSTEIN, M. Genomic analysis of regulatory network dynamics reveals large topological changes. *Nature*, v. 431, n. 7006, p. 308-312, 2004.
- OBESO, J. R.; HERRERA, C. M. Inter-and intraspecific variation in fruit traits in co-occurring vertebrate-dispersed plants. *International Journal of Plant Sciences*, v. 155, n. 3, p. 382-387, 1994.
- OKUYAMA, T. Individual behavioral variation in predator-prey models. *Ecological Research*, v. 23, n. 4, p. 665-671, 2008.
- OLESEN, J. M; BASCOMPTE, J; DUPONT, Y. L; JORDANO, P. The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 104, n. 50, p. 19891-19896, 2007.
- PIZO, M. A; ALMEIDA-NETO, M. Determinants of fruit removal in *Geonoma pauciflora*, an understory palm of neotropical forests. *Ecological research*, v. 24, n. 6, p. 1179-1186, 2009.
- POLIS, G. A. Age structure component of niche width and intraspecific resource partitioning: can age groups function as ecological species?. *The American Naturalist*, v. 123, n. 4, p. 541-564, 1984.
- ROUGHGARDEN, J. Niche width: biogeographic patterns among *Anolis* lizard populations. *The American Naturalist*, v. 108, n. 962, p. 429-442, 1974.
- SCHAEFER, H. M; SCHMIDT, V; BAIRLEIN, F. Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why?. *Animal Behaviour*, v. 65, n. 3, p. 531-541, 2003.
- SCHREIBER, S. J.; BÜRGER, R; BOLNICK, D. I. The community effects of phenotypic and genetic variation within a predator population. *Ecology*, v. 92, n. 8, p. 1582-1593, 2011.
- SHINE, R. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *The Quarterly Review of Biology*, v. 64, n. 4, p. 419-461, 1989.
- VELLEND, M. The consequences of genetic diversity in competitive communities. *Ecology*, v. 87, n. 2, p. 304-311, 2006.
- VIDAL, M. M; HASUI, E; PIZO, M. A; TAMASHIRO, J. Y; SILVA, W. R; GUIMARÃES JR, P. R. Frugivores at higher risk of extinction are the key elements of a mutualistic network. *Ecology*, v. 95, n. 12, p. 3440-3447, 2014.

VINDENES, Y; ENGEN, S; SÆTHER, B. E. Individual heterogeneity in vital parameters and demographic stochasticity. *The American Naturalist*, v. 171, n. 4, p. 455-467, 2008.

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

WHEELWRIGHT, N. T. Fruit-size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology*, v. 66, n. 3, p. 808-818, 1985.

WILLSON, M. F. Mammals as seed-dispersal mutualists in North America. *Oikos*, p. 159-176, 1993.

YAMAUCHI, A; YAMAMURA, N. Effects of defense evolution and diet choice on population dynamics in a one-predator–two-prey system. *Ecology*, v. 86, n. 9, p. 2513-2524, 2005.

2 INTRODUÇÃO

Os indivíduos de uma população podem apresentar variação em diversas características, independentemente da idade e sexo (BOLNICK et al, 2003). A variação individual pode estar relacionada com o tamanho (HONĚK, 1993), morfologia (SMITH; SKÚLASON, 1996), fisiologia (KOOLHAAS et al, 2010) ou com o comportamento dos organismos (TINKER; BENTALL; ESTES, 2008). Embora seja um fenômeno comum, as variações entre os indivíduos de uma mesma espécie têm sido desconsideradas em diversos trabalhos (BOLNICK et al, 2011). Desconsiderar as variações individuais em determinados trabalhos pode implicar em conclusões equivocadas (SCHREIBER; BÜRGER; BOLNICK, 2011) devido ao seu potencial de interferir nas dinâmicas ecológicas dentro das populações (AGASHE, 2009) ou comunidades (HUGHES et al, 2008). Os efeitos da variação individual sobre as dinâmicas ecológicas ocorrem através de mecanismos distintos. Um destes mecanismos está relacionado com alterações no número e força de interações entre as espécies (BOLNICK et al, 2011). Isso significa que a variação individual pode interferir nas redes ecológicas e afetar a topologia destas.

As redes ecológicas descrevem as interações entre as espécies. No gráfico das redes, as espécies são representadas pelos vértices e as interações pelos links (BASCOMPTE; JORDANO, 2013). Essa é uma importante ferramenta para compreensão de processos ecológicos e evolutivos dentro das comunidades (BASCOMPTE; JORDANO, 2007). Através das análises de redes é possível identificar propriedades emergentes dentro dos sistemas (HELENO et al, 2014). As propriedades de um sistema podem ser interpretadas através da arquitetura e topologia das redes (BASCOMPTE et al, 2003; OLESEN et al, 2007; TYLIANAKIS et al, 2010). A partir destas características é possível por exemplo, avaliar como uma comunidade pode se comportar diante de mudanças no ambiente (OLESEN, et al, 2007; BASCOMPTE, 2009; HEGLAND et al, 2009; EMER; VENTICINQUE; FONSECA, 2013; VANBERGEN; ESPÍNDOLA; AIZEN, 2018) e identificar espécies prioritárias para a conservação (DORMANN, 2011; VIDAL et al, 2014)

As espécies dentro das redes apresentam uma importância variada dentro do sistema. Essa importância é quantificada pelos índices de centralidade (GONZÁLES; DALSGAARD; OLESEN, 2010). Assim como ocorre em relação as espécies, a centralidade também pode determinar a importância de indivíduos na rede (GÓMEZ; PERFECTTI, 2012). Através dos índices de centralidade é possível identificar espécies-chave dentro de um sistema (ESTRADA,

2007). Espécies com altos índices de centralidade podem contribuir com a diversidade das comunidades (MEMMOTT; WASER; PRICE, 2004).

Existem diferentes índices de centralidade que medem diferentes aspectos em relação a posição de uma espécie ou indivíduo dentro da rede. A centralidade por grau define a importância do vértice através do número de interações que ele realiza (LE MERRER; TRÉDAN, 2009). A centralidade por intermédio mensura o número de vezes que um vértice age como um conector ao longo do caminho mais curto entre dois outros vértices (FREEMAN, 1978). Espécies com alta centralidade por intermédio são importantes por agirem como conectores de subconjuntos dentro das redes (GONZÁLES; DALSGAARD; OLESEN, 2010). A centralidade por proximidade é uma medida do quão próximo um vértice está conectado a outros vértices na rede, com base nos caminhos mais curtos entre eles (FREEMAN, 1978). Vértices com alta centralidade por proximidade podem afetar os outros vértices de forma mais rápida (GONZÁLES; DALSGAARD; OLESEN, 2010).

As redes vêm sendo amplamente utilizadas em estudos sobre interações mutualísticas entre as plantas e os animais (BASCOMPTE et al, 2003; JORDANO; BASCOMPTE; OLESEN, 2003; FORTUNA; BASCOMPTE, 2006; SAAVEDRA et al, 2011; GUIMARÃES JR et al 2017). No entanto, poucos estudos têm utilizado essa abordagem relacionada com a variação individual (ARAÚJO et al 2010; GÓMEZ; PERFECTTI, 2012; CANTOR et al 2013). As plantas podem apresentar variações individuais nas características dos frutos (OBESO; HERRERA, 1994), o que poderia interferir no número e força das interações entre plantas e frugívoros. Características como número de frutos (PIZO; ALMEIDA-NETO, 2009), tamanho (WHEELWRIGHT, 1985) e concentração de carboidratos (DEL RIO; BAKER; BAKER, 1992; SCHAEFER et al, 2003; LOTZ; SCHONDUBE, 2006) podem interferir nas interações entre as plantas e os frugívoros. Plantas que produzem uma maior quantidade de frutos podem apresentar um maior número de interações (PIZO; ALMEIDA-NETO, 2009). Além disso, alguns frugívoros podem selecionar os frutos com base no tamanho destes (WHEELWRIGHT, 1985) e apresentar uma preferência por frutos com concentrações intermediárias de carboidratos (DEL RIO; BAKER; BAKER, 1992). Desse modo, variações individuais nestas características podem interferir nos índices de centralidade dos indivíduos dentro da rede.

A interferência da variação individual sobre a centralidade das plantas na rede pode ter consequências sobre a dispersão de sementes, embora apenas o consumo dos frutos não implique em uma dispersão (SCHUPP, 1993; JORDANO, 2000). A contribuição dos frugívoros com a dispersão de sementes pode variar de acordo com a espécie. A eficiência das aves por

exemplo na dispersão de sementes, dependem de outros fatores além do número de frutos consumidos. A maneira como a ave ingere os frutos (MOERMOND; DENSLOW, 1985; LEVEY, 1987), as características do trato digestivo das aves (TRAVESET, 1998) e o local de deposição das sementes (WESTCOTT et al, 2005) são fatores determinantes para a dispersão. Portanto, a avaliação das espécies frugívoras é importante para a interpretação da rede.

Com base nessas informações, nesse trabalho foram analisadas as interações entre aves e indivíduos de *Hohenbergia blanchetii* (Bromeliaceae) em uma área de agrofloresta, de modo a verificar como as variações nas características individuais da planta, como concentração de carboidratos, tamanho médio e número de frutos, poderiam influenciar nos índices de centralidade dos indivíduos dentro da rede. De acordo com os dados da literatura, espera-se que os indivíduos de planta com altas quantidades de frutos, concentrações intermediárias de carboidratos e frutos maiores, apresentem índices de centralidades elevados. Desse modo, estes indivíduos podem apresentar uma maior importância para a manutenção da rede.

3 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na fazenda Almada (14°39'41.26"S; 39°11'33.07"O), localizada na região de Ilhéus, no sul da Bahia, em uma área de plantio de cacau (*Theobroma cacao*) de forma sombreada, no sistema denominado cabruca, onde o cacau é plantado sob a copa das árvores nativas (JOHNS, 1999). A cabruca é predominante na paisagem da região sendo importante para a conservação de diversas espécies, fornecendo habitat alternativo ou adicional, aumentando a conectividade entre os fragmentos florestais e reduzindo os efeitos de borda desses fragmentos (CASSANO et al, 2009). A quantidade de chuva na região varia entre 1.300 a 2.000 mm e a umidade relativa fica em torno de 80 a 90% no ano (MORI et al, 1983).

4.2 Espécie utilizada no estudo

Hohenbergia blanchetii é uma espécie da família Bromeliaceae. É preferencialmente epífita, apresenta porte de 100 a 120 cm de altura, inflorescência pinada com 54 a 60 cm de comprimento com espigas medindo 1 a 1,3 cm de comprimento, frutos de coloração alvazuláceos. Apresenta distribuição concentrada no estado da Bahia, sendo abundante nas florestas úmidas do sul do estado, mais precisamente na região entre Ilhéus, Uruçuca e Itabuna. Ocorre também em Pernambuco e Espírito Santo (BARACHO, 2004). É frequentemente nas copas das árvores de plantios de cacau ou em matas secundárias da região sul da Bahia, ocorrendo em locais de alta insolação (SOUZA, 2015).

4.3 Desenho amostral

Na área de cabruca foi realizada uma busca ativa para localizar o maior número possível de indivíduos da planta, que resultou em um total de 81 indivíduos. Desse total, foram selecionados de forma aleatória 20 indivíduos, seguindo o critério de que houvesse uma distância mínima de 100m entre eles. Durante a metade do período de observações, houve a perda de quatro indivíduos, ocasionando um total de 16 indivíduos ao final do trabalho. Foi

delimitada uma área com um raio de 50m em torno dos indivíduos amostrados, onde foi verificada a presença de outros indivíduos da planta que estavam frutificando. Estes indivíduos foram contabilizados e analisados como uma variável (número de bromélias), de modo a evitar erros nas interpretações das análises, já que a densidade de indivíduos pode também interferir no número de visitas dos frugívoros (DAVIDAR; MORTON, 1986). As plantas da família Bromeliaceae apresentam propagação por brotamento (BENZING, 2000), o que dificulta em alguns casos, identificar o que de fato é um indivíduo. Desse modo, no presente trabalho, cada indivíduo foi determinado pela presença da única inflorescência produzida pela planta onde se encontraram os frutos.

4.4 Amostragem focal

Após algumas observações prévias, verificou-se que os frugívoros eram aves, então seguiu-se a metodologia para observação de frugivoria por aves proposta por Pizo & Galetti (2010). As observações foram realizadas com o auxílio de um binóculo, a uma distância adequada, de modo a evitar alterações no comportamento das aves. Registrou-se a espécie de ave visitante, a quantidade de frutos consumidos por visita e a maneira como as aves manipulavam e ingeriam os frutos. A forma de manipulação e ingestão foi categorizada em: mandibulado, engolido, carregado, derrubado ou regurgitado (MOERMOND; DENSLOW, 1985). A observação do comportamento das aves é importante para determinar potenciais dispersores. Foram registradas apenas as aves que interagiram com os frutos, excluindo-se os indivíduos que apenas pousavam na planta. Para auxiliar na identificação das aves, foi utilizado um guia de campo (SIGRIST, 2009).

As observações ocorreram entre os meses de março a junho de 2017 em dias não consecutivos no período da manhã, das 6h às 11h, e à tarde, das 12h às 17h, horários nos quais as aves apresentaram uma alta atividade. Para cada dia de observação, diferentes indivíduos da planta foram amostrados de forma aleatória por 30 minutos, um após o outro em intervalos de tempo próximos, resultando em um total de 9h de observações por indivíduo e 144h de observações gerais.

4.5 Variáveis individuais

Para cada indivíduo da planta, registrou-se as seguintes variáveis: quantidade de frutos, tamanho médio dos frutos e concentração de carboidratos (glicose, frutose e sacarose). Devido à grande quantidade de frutos apresentado por cada indivíduo, o número total de frutos foi obtido através de uma estimativa. Para se estimar o número de frutos em cada indivíduo, foi realizada a contagem de frutos de 100 espigas aleatórias com a finalidade de se obter uma média. Após se obter a média de frutos por espigas, foi feita a contagem do total de espigas, e com base na média, estimou-se o número total de frutos. Após a contagem, para cada indivíduo foram coletados 100 frutos aleatórios, que foram medidos com o auxílio de um paquímetro. Esses mesmos frutos foram utilizados posteriormente na análise de carboidratos. Os frutos foram colocados para secar em uma estufa por cinco dias a 45°C. Após a secagem, foram macerados com o auxílio de um cadinho e o resultante foi peneirado até se obter um pó para análise de cromatografia líquida realizada no Laboratório de Ecotoxicologia do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec).

4.6 Análise de redes

Foram elaboradas duas redes ponderadas representando as interações entre as espécies de aves e os indivíduos de *H. blanchetii* através do programa Pajek 5.01. Em uma rede ponderada, os links apresentam diferentes espessuras, que representam a força de interação. Quanto maior o número de interações entre uma determinada espécie de ave e um indivíduo da planta, maior a espessura do link. Na primeira rede foi considerado o índice de centralidade por grau para os diferentes indivíduos de bromélia e espécies de frugívoros, enquanto na segunda rede, o índice utilizado foi o de centralidade por intermédio.

A centralidade por grau está relacionada com o número de interações realizadas por um vértice (LE MERRER; TRÉDAN, 2009; GÓMEZ; PERFECTTI, 2012), que no presente trabalho pode ser uma espécie de ave ou um indivíduo da planta. A centralidade por intermédio descreve a importância de um vértice como conector de diferentes partes de uma rede (FREEMAN, 1978). Vértices que apresentam uma alta centralidade por intermédio aumentam a coesão da rede (GÓNZALES et al, 2010).

4.1 Análise de dados

Para verificar possíveis colinearidades entre as variáveis explicativas, foi utilizada a função `vif` (Variance Inflation Factor) do pacote `car` no programa estatístico R. A variável que apresentou um maior valor VIF foi retirada e em seguida foi verificado novamente a colinearidade entre as variáveis restantes até sobrar as variáveis com baixa colinearidade. Após a seleção das variáveis, foi realizada a análise de GLM a partir da função `glm` no programa estatístico R, para verificar a relação entre as variáveis explicativas e os índices de centralidade, onde foi utilizado um modelo mais complexo que foi sendo simplificado até a seleção do melhor modelo. Para a centralidade por grau foi realizado um GLM da família Poisson, enquanto para a centralidade por intermédio, família Gamma. Foi utilizado um modelo completo, em seguida retirava-se a variável que menos explicava o modelo e então outra análise era feita em um modelo mais simplificado. Isso foi feito até se ter um modelo significativo.

Foram também realizadas correlações de Pearson para verificar as correlações entre as variáveis, utilizando a função `cor` no programa estatístico R.

4 RESULTADOS

Foram registradas oito espécies de aves consumindo os frutos de *H. blanchetii* e um total de 324 visitas. Destas espécies, cinco são representantes da família Thraupidae, dois da família Fringilidae e um da família Psittacidae. A média de consumo de frutos por espécie de ave foi maior para *Pyrrhura leucotis* (32,25), seguido por *Tangara seledon* (20,65), *Euphonia chlorotica* (18,57), *Dacnis cayana* (18,25), *Tangara sayaca* (17,65), *Tangara cyanomelas* (17,40), *Euphonia violacea* (15,27) e *Coereba flaveola* (6,93). A maior porcentagem de visitas ocorreu para *E. violacea* (70%), que apresentou um número bem maior que as demais espécies. O percentual de visitas das outras espécies foi em ordem decrescente: *C. flaveola* (9%), *T. seledon* (6%), *E. chlorotica* (4%), *P. leucotis* (4%), *T. sayaca* (3%), *D. cayana* (2%) e *T. cyanomelas* (2%). O comportamento de mandibular foi predominante entre as espécies, havendo poucos eventos nos quais os frutos foram engolidos por completo (Tabela 1).

Tabela 1. Família e espécies de aves registradas consumindo os frutos de *Hohenbergia blanchetii*, com número de visitas, e média e desvio padrão do consumo total (consumo) e da forma de ingestão e manipulação (mandibulado, engolido, derrubado, carregado e regurgitado)

Família/espécie	Número de visitas	Consumo	Mandibulado	Engolido	Derrubado	Carregado	Regurgitado
Fringillidae							
<i>Euphonia violacea</i>	231	15,27 ± 8,19	15,18 ± 8,20	2,38±1,47	3,25 ± 2,05	1 ± 0	0
<i>Euphonia chlorotica</i>	14	18,57 ± 4,93	18,57 ± 4,92	4±1,41	2,5 ± 2,12	0	0
Thraupidae							
<i>Coereba flaveola</i>	28	6,92 ± 3,82	6,92 ± 3,81	0	2,71 ± 2,56	0	0
<i>Tangara seledon</i>	21	20,65 ± 8,38	20,6 5± 8,38	3,83 ± 2,92	3,5 ± 5	0	0
<i>Tangara sayaca</i>	10	17,64 ± 8,02	17,3 3± 5,99	4 ± 2,91	3 ± 2,16	0	0
<i>Dacnis cayana</i>	8	18,25 ± 5,85	17 ± 9,64	0	0	0	0
<i>Tangara cyanomelas</i>	5	17,4 ± 7,70	17,40 ± 7,70	2 ± 0	1 ± 0	0	0
Psittacidae							
<i>Pyrrhura leucotis</i>	12	32,25 ± 9,70	32,25 ± 9,69	9,72 ± 3,46	2,25 ± 2,75	0	0

O número de frutos por planta variou de 2118 a 9653. A concentração de carboidratos variou de 33,07 a 104,27 para frutose (média=68,28), 8,72 a 43,55 para sacarose (média=25,24) e 17,84 a 54,97 para glicose (média=31,28). A concentração de carboidratos totais variou de 59,63 a 202,79 (média=124,80). O tamanho dos frutos variou de 9mm a 15mm, havendo diferenças significativas entre o tamanho dos frutos dos diferentes indivíduos ($p=0,00003$, $F=3,16$) (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de Variância (ANOVA) entre o tamanho dos frutos para cada indivíduo da planta (SQ- Soma dos quadrados, gl- grau de liberdade, MQ- Média dos quadrados, F-estatística F da ANOVA)

	SQ	gl	MQ	F	p
Entre grupos	48,68	15	3,24	3,168	0,00003
Dentro dos grupos	1245,87	1216	1,02		
Total	1294,55	1231			

Correlações significativas também ocorreram entre glicose, frutose e sacarose com o número de frutos; glicose, número de frutos e sacarose com o número de bromélias. Houve também uma correlação negativa entre os carboidratos e a quantidade de frutos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores da correlação de Pearson entre as variáveis explicativas.

	Nº de bromélias	Nº de frutos	Tamanho dos frutos	Glicose	Frutose	Sacarose	Total de carboidratos
Nº bromélias	1	-	-	-	-	-	-
Nº de frutos	0,567	1	-	-	-	-	-
Tamanho dos frutos	-0,545	-0,701*	1	-	-	-	-
Glicose	-0,811**	-0,868**	0,467	1	-	-	-
Frutose	-0,76*	-0,753*	0,249	0,97***	1	-	-
Sacarose	-0,86**	-0,841**	0,631	0,931**	0,866**	1	-
Total de carboidratos	-0,812**	-0,821**	0,395	0,993***	0,987***	0,931***	1

Valores da correlação (R^2) entre as variáveis explicativas.

O índice de centralidade por grau entre os indivíduos da planta variou de 1.00 a 5.00, enquanto a centralidade por intermédio variou de 0.00 a 0.11. Em relação as aves,

os valores de centralidade por grau e por intermédio variaram de 1.00 a 16.00 e 0.00 a 0.78 respectivamente (Figura 1).

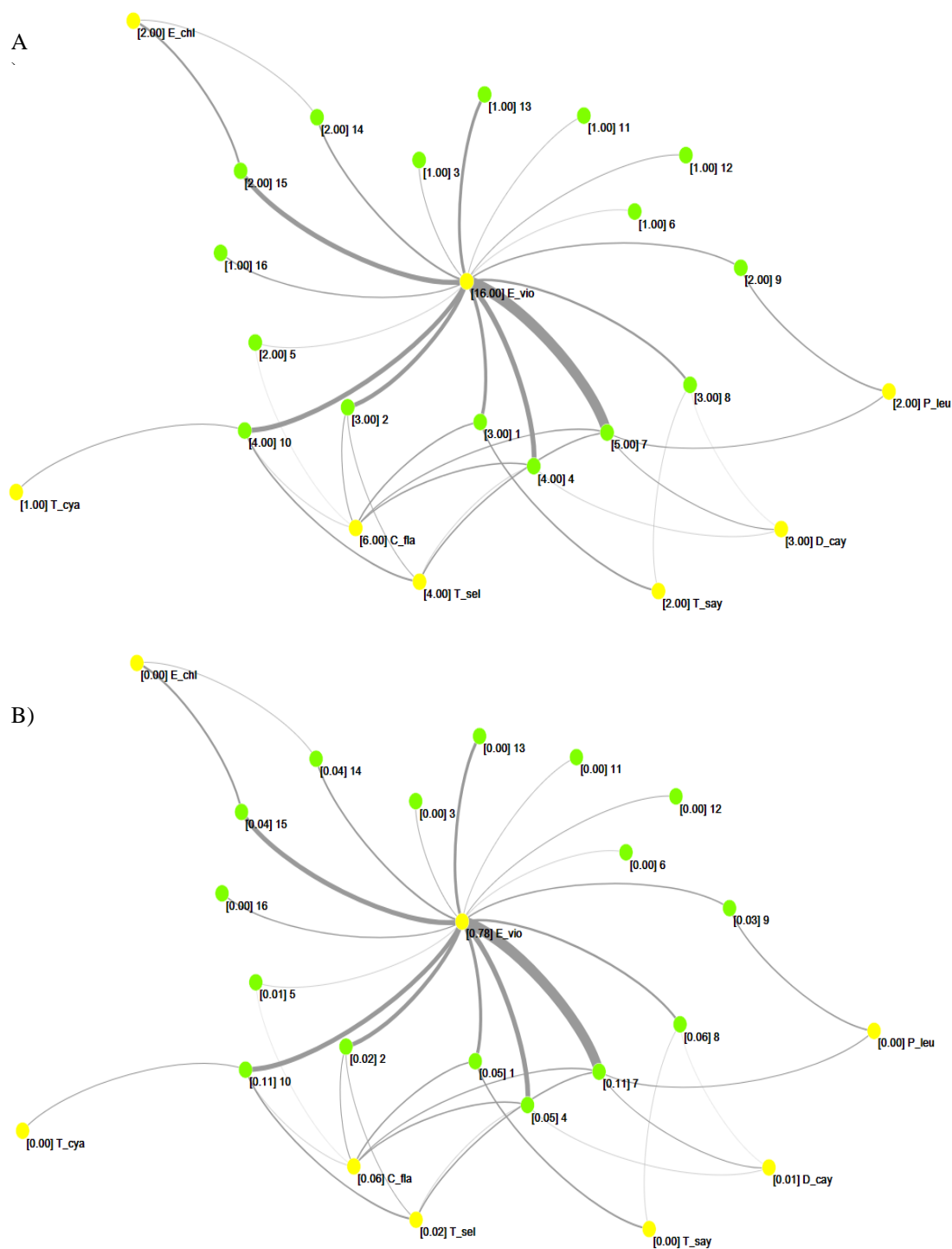


Figura 1. Rede de interação representando a A) centralidade por grau e B) centralidade por intermédio, entre as aves: E_vio- *Euphonia violacea*, E_chl- *Euphonia chlorotica*, T_sel- *Tangara seledon*, T_say- *Tangara sayaca*, C_fla- *Coereba flaveola*, D_cay- *Dacnis cayana*, P_leu- *Pyrrhura leucotis*, T_cya- *Tangara cyanomelas* (amarelo) e indivíduos de *H. blanchetii* (verde). Os números entre os colchetes representam o valor da centralidade.

Como consequência da alta taxa de visitas, a espécie *E. violaceae* apresentou os maiores índices de centralidade entre os frugívoros. Não houve relação significativa entre o número e tamanho médio e concentração de carboidratos com os índices de centralidade da rede. Por outro lado, a variável número de bromélias teve uma leve relação com os índices de centralidade dos indivíduos ($p = 0.0271$) (Tabela 4) (Figura 2).

Tabela 3. Regressão múltipla entre as variáveis predictoras da rede mostrando o melhor modelo. Legenda: z-estatística z do GLM , $p > |z|$ -valor de probabilidade .

Centralidade por grau				
	Coeficiente	Erro padrão	z	$p > z $
Intercepto	0,43	0,25	1,67	0,09
Número de bromélias	0,18	0,08	2,21	0,02 *
Centralidade por intermédio				
	Coeficiente	Erro padrão	z	$p > z $
Intercepto	0,007	0,009	0,76	0,45
Número de bromélias	0,014	0,003	3,92	0,001 **

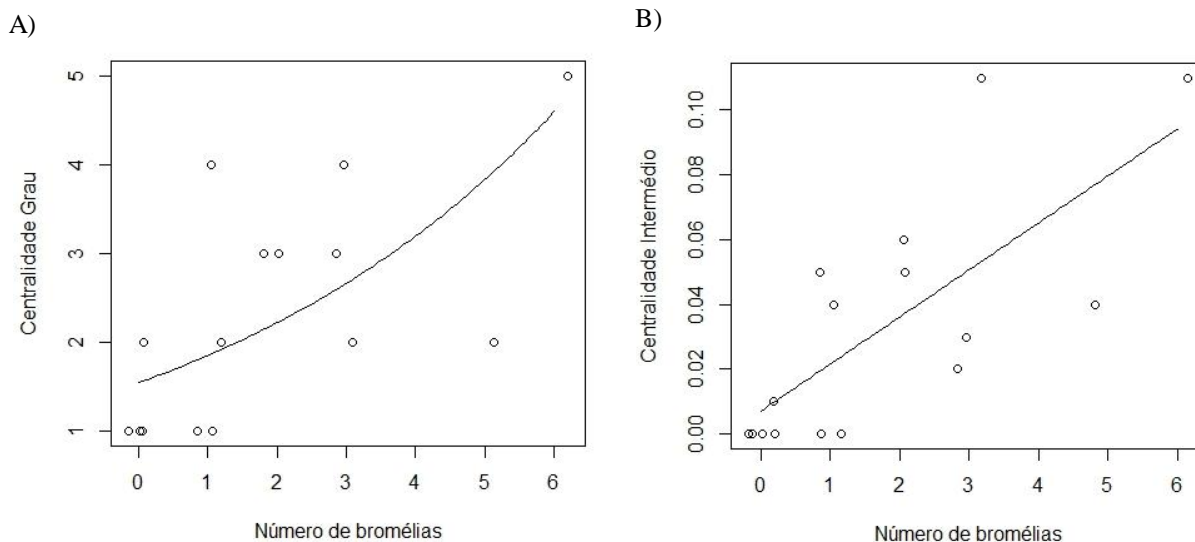


Figura 2. Gráfico de relação entre A) centralidade por grau e B) centralidade por intermédio com o número de bromélias próximas aos indivíduos.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo indicou que *H. blanchetii* apresenta variação nas concentrações de carboidratos (glicose, frutose e sacarose). De maneira análoga, as concentrações de carboidratos variam bastante entre diferentes espécies de plantas (WEELWRIGHT et al, 1984; FREEMAN; WORTHINGTON, 1989; BAKER; BAKER; HODGES, 1998) e também podem variar entre indivíduos de uma mesma espécie (MCDIARMID; RICKLEFS; FOSTER, 1977). As aves podem apresentar preferências em relação às concentrações destes nutrientes (LEVEY, 1987; DEL RIO; BAKER; BAKER, 1992; SCHAEFER; SCHMIDT; BAIRLEIN, 2003). No entanto, diferente do esperado, os resultados da análise GLM indicaram que as concentrações de carboidratos em *H. blanchetii* não apresentaram relação com o número de interações entre os indivíduos da planta e as espécies de aves. A forte predominância de *Euphonia violacea* (70% das interações) poderia explicar a ausência de um padrão entre as variáveis da planta e o número de visitas de outras espécies de aves. Isso porque a preferência por determinadas concentrações de carboidratos pode variar entre as espécies de aves, e até mesmo entre as espécies de uma mesma família (DEL RIO; BAKER; BAKER, 1992). Outro fator que pode explicar a ausência de uma relação entre as concentrações de carboidratos e o número de interações é que não apenas os carboidratos podem interferir nas relações entre as aves e o consumo de frutos. Outros nutrientes que não foram analisados neste estudo como proteínas e lipídeos também podem influenciar o consumo de frutos pelas aves (SCHAEFER; SCHMIDT; BAIRLEIN, 2003). É provável que existam características da planta que não foram medidas nesse trabalho que também influenciem no número de interações. As aves aparentam agir de maneira seletiva em relação aos recursos (MOERMOND; DENSLOW, 1983; SALLABANKS, 1993; WHELAN; WILLSON, 1994), embora a seleção se dê também por fatores não relacionados com as características das plantas (MOERMOND; DENSLOW, 1983).

A quantidade de frutos produzidos por uma planta também pode influenciar no número de visitas e conseqüentemente, no número de frutos consumidos pelas aves (DAVDAR; MORTON, 1986; SARACCO et al, 2005; PIZO; ALMEIDA-NETO, 2009). Contudo essa relação nem sempre é observada. Jordano (1987) sugere que plantas contendo altas quantidades de frutos podem apresentar um número de interações baixas por conta de uma menor quantidade de frugívoros no local. A correlação negativa entre a

quantidade de frutos e as concentrações de carboidratos em *H. blanchetii* revelam um trade-off. Embora este estudo não tenha revelado uma relação entre concentração de nutrientes e número de interações, esse trade-off pode significar uma estratégia da planta para otimizar a dispersão de sementes, a planta teria de escolher entre produzir muitos frutos com baixos valores nutricionais ou poucos frutos com altas quantidades de nutrientes. Cazetta et al (2008) demonstraram um trade-off entre a quantidade de nutrientes e compostos secundários em frutos de algumas espécies. Isso representa diferentes estratégias das plantas para terem suas sementes dispersadas. Frutos ricos em nutrientes apresentam baixas quantidades de compostos secundários sendo altamente consumidos pelos frugívoros mas ao mesmo tempo, estão altamente expostos a patógenos. Por outro lado, frutos com baixo teor nutritivo apresentam maiores concentrações de compostos secundários e embora sejam menos consumidos, são mais resistentes à patógenos e permanecem mais tempo na planta.

O fato de as variáveis da planta não terem apresentado relação com o número de interações se reflete em uma não relação com os índices de centralidade da rede. Nesse contexto, a importância de cada indivíduo não foi definida por suas características individuais. Em relação aos frugívoros, *E. violacea* apresentou os maiores índices de centralidade, o que significa que essa espécie apresenta uma alta importância para a rede devido à quantidade de interações com os indivíduos da planta e a sua ação como conector entre diferentes indivíduos (GONZÁLES; DALSGAARD; OLESEN, 2010). Ao contrário do que foi encontrado no presente estudo, Gómez & Perfectti (2012) demonstraram uma forte relação entre variação individual nas características florais e os índices de centralidade de redes planta-polinizador. Essa relação implicou em uma consequência ecológica, onde os indivíduos que tiveram maiores índices de centralidade apresentaram um maior fitness.

A relação entre número de bromélias frutificando próximas aos indivíduos amostrados com a centralidade da rede indica que a abundância da planta pode favorecer o processo de frugivoria. Aparentemente bromélias mais isoladas são menos visitadas, permanecendo com uma alta quantidade de frutos por muito tempo, sendo que em muitos casos grandes quantidade de frutos apodrecem na planta. Por outro lado, indivíduos frutificando próximos a outros não permanecem muito tempo com frutos, que são bastante consumidos (obs. pes.).

A frugivoria em Bromeliaceae tem sido relatada em poucos trabalhos (FAUSTINO; MACHADO, 2006; FONTOURA et al, 2010; CATENACCI et al, 2016; PAULINO-NETO et al, 2016) e de forma semelhante ao que foi observado nesses estudos, *Hohenbergia blanchetii* apresentou uma baixa quantidade de frugívoros. É possível que uma das razões para o baixo número de visitantes seja devido à coloração esverdeada dos frutos, sendo pouco contrastantes com o ambiente, o que poderia dificultar a visualização por outras espécies de aves. Entre as espécies observadas consumindo os frutos de *H. blanchetii*, apenas *Pyrrhura leucotis* não apresenta hábitos frugívoros. Aves da família Psittacidae costumam se alimentar de sementes, e diversas espécies rejeitam a parte carnosa dos frutos, fato que torna diversos Psitacídeos predadores de sementes (SICK, 1997). O comportamento de mandibulação foi predominante para todas as aves, que geralmente mandibulavam os frutos para extrair o seu conteúdo interno e derrubavam a casca sob a planta. Os frutos de *H. blanchetii* apresentam sementes muito pequenas, o que significa que ao mandibular o fruto a ave consiga ingerir algumas sementes. Do total de oito espécie de aves, *Euphonia violacea* embora não tenha apresentado os maiores valores de consumo médio de frutos foi a espécie que mais interagiu com as plantas. Isso pode significar que esta espécie pode ser um importante dispersor de sementes de *H. blanchetii*, embora o consumo de frutos nem sempre implique em dispersão ou uma dispersão eficiente (SCHUPP, 1993). Além do número de visitas e frutos consumidos, o processo de dispersão depende por exemplo da forma como a ave mandibula e ingere o fruto e do local onde as sementes são depositadas (LEVEY, 1987; SCHUPP, 1993; WESTCOTT et al, 2005; SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010).

A relação entre a variação individual e a topografia das redes planta-animal foi identificada em alguns estudos (ARAÚJO et al, 2010; GÓMEZ; PERFECTTI, 2012). No entanto não há informações relacionando variação individual em plantas e as interações com os frugívoros. Embora o presente trabalho não tenha identificado um padrão entre a variação individual e a topologia da rede, isso poderia variar de acordo com as espécies de planta e a comunidade de frugívoros. Desse modo, estudos utilizando essa abordagem com outras espécies de planta são indicados.

6 CONCLUSÃO

A espécie *H. blanchetii* apresenta variação individual relacionada com o número de frutos produzidos, tamanho e concentração de carboidratos dos frutos. No entanto a variação individual não teve relação com os índices de centralidade dos indivíduos na rede. Por outro lado, o número de bromélias próximas aos indivíduos amostrados apresentou uma relação com os índices de centralidade, significando que a abundância da planta pode ser um fator importante para os processos de frugivoria e dispersão de sementes. Apesar da não relação entre a variação individual com os índices de centralidade da rede, o estudo apresenta uma importância por abordar a questão da variação individual dentro de uma rede planta-frugívoro, o que ainda é pouco abordado. Maiores estudos com diferentes espécies de plantas poderiam demonstrar determinados padrões que ajudariam a entender o funcionamento das populações.

REFERÊNCIAS

- AGASHE, D. The stabilizing effect of intraspecific genetic variation on population dynamics in novel and ancestral habitats. *The American Naturalist*, v. 174, n. 2, p. 255-267, 2009.
- ARAÚJO, M. S; MARTINS, E. G; CRUZ, L. D; FERNANDES, F. R; LINHARES, A. X; REIS, S. F; GUIMARÃES JR, P. R Nested diets: a novel pattern of individual-level resource use. *Oikos*, v. 119, n. 1, p. 81-88, 2010.
- BAKER, H. G.; BAKER, I; HODGES, S. A. Sugar composition of nectars and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. *Biotropica*, v. 30, n. 4, p. 559-586, 1998.
- BARACHO, G. S. Revisão Taxonômica de *Hohenbergia* Schult. & Schult. f. subg. *Hohenbergia* (Bromeliaceae). Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, 2004.
- BASCOMPTE, J; JORDANO, P. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, v. 38, p. 567-593, 2007.
- BASCOMPTE, J; JORDANO, P. *Mutualistic networks*. Princeton University Press, 2013.

BASCOMPTE, J; JORDANO, P; MELIÁN, C. J; OLESEN, J. M. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, 2003.

BENZING, D. H. *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, 2000.

BOLNICK, D. I; SVANBACK, R; FORDYCE, J. A; YANG, L. H. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, v. 161, n. 1, p. 1-28, 2003.

BOLNICK, D. I; AMARASEKARE, P; ARAÚJO, M. S; BURGER, R; LEVINE, J. M; NOVAK, M; RUDOLF, V. W. H; SCHREIBER, S. J; URBAN, M. C; VASSEUR, D. Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in ecology & evolution*, v. 26, n. 4, p. 183-192, 2011.

CANTOR, M; PIRES, M. M; LONG, G. O; GUIMARÃES JR, P. R; SETZ, E. Z. F. Individual variation in resource use by opossums leading to nested fruit consumption. *Oikos*, v. 122, n. 7, p. 1085-1093, 2013.

CASSANO, C. R; SCHROTH, G; FARIA, D; DELABIE, J. H. C; BEDE, L. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 18, n. 3, p. 577-603, 2009.

CATENACCI, L. S; PESSOA, M. S; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G; VLEESCHOUWER, K. M. Diet and feeding behavior of *Leontopithecus chrysomelas* (Callitrichidae) in degraded areas of the Atlantic forest of South-Bahia, Brazil. *International Journal of Primatology*, v. 37, n. 2, p. 136-157, 2016.

CAZETTA, E; SCHAEFER, H. M; GALETTI, M. Does attraction to frugivores or defense against pathogens shape fruit pulp composition?. *Oecologia*, v. 155, n. 2, p. 277-286, 2008.

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.

DEL RIO, C. M; BAKER, H. G.; BAKER, I. Ecological and evolutionary implications of digestive processes: bird preferences and the sugar constituents of floral nectar and fruit pulp. *Experientia*, v. 48, n. 6, p. 544-551, 1992.

DORMANN, C. F. How to be a specialist? Quantifying specialisation in pollination networks. *Network Biology*, v. 1, n. 1, p. 1, 2011.

EMER, C; VENTICINQUE, E; FONSECA, C. R. Effects of Dam-Induced Landscape Fragmentation on Amazonian Ant–Plant Mutualistic Networks. *Conservation Biology*, v. 27, n. 4, p. 763-773, 2013.

ESTRADA, E. Characterization of topological keystone species: local, global and “meso-scale” centralities in food webs. *Ecological Complexity*, v. 4, n. 1, p. 48-57, 2007.

FAUSTINO, T. C.; MACHADO, C. G. Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 14, n. 2, p. 137-143, 2006.

- FONTOURA, T; CAZETTA, E; NASCIMENTO, W; CATENACCI, L; VLEESCHOUWER, K; RABOY, B. Diurnal frugivores on the Bromeliaceae *Aechmea depressa* LB Sm. from Northeastern Brazil: the prominent role taken by a small forest primate. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p. 351-354, 2010.
- FORTUNA, M. A.; BASCOMPTE, J. Habitat loss and the structure of plant–animal mutualistic networks. *Ecology letters*, v. 9, n. 3, p. 281-286, 2006.
- FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks*, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1978.
- FREEMAN, C. E; WORTHINGTON, R. D. Is there a difference in the sugar composition of cultivated sweet fruits of tropical/subtropical and temperate origins?. *Biotropica*, p. 219-222, 1989.
- GÓMEZ, J. M.; PERFECTTI, F. Fitness consequences of centrality in mutualistic individual-based networks. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 279, n. 1734, p. 1754-1760, 2012.
- GONZÁLEZ, A. M. M; DALSGAARD, B; OLESEN, J. M. Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological Complexity*, v. 7, n. 1, p. 36-43, 2010.
- GUIMARÃES JR, P. R; PIRES, M. M; JORDANO, P; BASCOMPTE, J; THOMPSON, J. N. Indirect effects drive coevolution in mutualistic networks. *Nature*, v. 550, n. 7677, p. 511, 2017.
- HEGLAND, S. J; NIELSEN, A; LÁZARO, A; BJERKNES, A. L; TOTLAND, O. How does climate warming affect plant-pollinator interactions?. *Ecology letters*, v. 12, n. 2, p. 184-195, 2009.
- HELENO, R; GARCIA, C; JORDANO, P; TRAVESET, A; GÓMEZ, J. M; BLUTHGEN, N; MEMMOTT, J; MOORA, M; CERDEIRA, J; RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, S; FREITAS, H; OLESEN, J. M. Ecological networks: delving into the architecture of biodiversity. 2014.
- HONĚK, A. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos*, p. 483-492, 1993.
- HUGHES, A. R; INOUYE, B. D; JOHNSON, M. T. J; UNDERWOOD, N; VELLEND, M. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology letters*, v. 11, n. 6, p. 609-623, 2008.
- JOHNS, N. D. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management*, v. 23, n. 1, p. 31-47, 1999.
- 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. Fruits and frugivory. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities, v. 2, p. 125-166, 2000.

- JORDANO, P; BASCOMPTE, J; OLESEN, J. M. Invariant properties in coevolutionary networks of plant–animal interactions. *Ecology letters*, v. 6, n. 1, p. 69-81, 2003.
- KOOLHAAS, J. M; BOER, S. F; COPPENS, C. M; BUWALDA, B. Neuroendocrinology of coping styles: towards understanding the biology of individual variation. *Frontiers in neuroendocrinology*, v. 31, n. 3, p. 307-321, 2010.
- LE MERRER, E; TRÉDAN, G. Centralities: capturing the fuzzy notion of importance in social graphs. In: *Proceedings of the Second ACM EuroSys Workshop on Social Network Systems*. ACM, p. 33-38, 2009.
- LEVEY, D. J. Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. *The American Naturalist*, v. 129, n. 4, p. 471-485, 1987.
- LEVEY, D. J. Sugar-tasting ability and fruit selection in tropical fruit-eating birds. *The auk*, p. 173-179, 1987.
- LOTZ, C. N.; SCHONDUBE, J. E. Sugar preferences in nectar-and fruit-eating birds: behavioral patterns and physiological causes. *Biotropica*, v. 38, n. 1, p. 3-15, 2006.
- MCDIARMID, R. W.; RICKLEFS, R. E.; FOSTER, M. S. Dispersal of *Stemmadenia donnell-smithii* (Apocynaceae) by birds. *Biotropica*, p. 9-25, 1977.
- MEMMOTT, J; WASER, N. M.; PRICE, M. V. Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 271, n. 1557, p. 2605-2611, 2004.
- MOERMOND, T. C.; DENSLow, J. S. Fruit choice in neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. *The Journal of Animal Ecology*, p. 407-420, 1983.
- MOERMOND, T. C.; DENSLow, J. S. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs*, p. 865-897, 1985.
- MORI, S. A; BOOM, B. M; CARVALHO, A. M; SANTOS, T. S. Southern Bahian moist forests. *The Botanical Review*, v. 49, n. 2, p. 155-232, 1983.
- OBESO, J. R.; HERRERA, C. M. Inter-and intraspecific variation in fruit traits in co-occurring vertebrate-dispersed plants. *International Journal of Plant Sciences*, v. 155, n. 3, p. 382-387, 1994.
- OLESEN, J. M; BASCOMPTE, J; DUPONT, Y. L; JORDANO, P. The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 104, n. 50, p. 19891-19896, 2007.
- PAULINO-NETO, H. F; NAKANO-OLIVEIRA, E; JARDIM, M. M. A; VASCONCELLOS-NETO, J. Frugivory in *Bromelia balansae* (Bromeliaceae): The Effect of Seed Passage through the Digestive System of Potential Seed Dispersers on Germination in an Atlantic Rainforest, Brazil. *J Ecosyst Ecography*, v. 6, n. 224, p. 2, 2016.
- PIZO, M. A; ALMEIDA-NETO, M. Determinants of fruit removal in *Geonoma pauciflora*, an understory palm of neotropical forests. *Ecological research*, v. 24, n. 6, p. 1179-1186, 2009.

- PIZO, M. A; GALETTI, M. Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves. Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento (Accordi, I., Straube, FC & Von Matter, S. orgs). Technical Books Rio de Janeiro, p. 492-504, 2010.
- SAAVEDRA, S; STOUFFER, D. B; UZZI, B; BASCOMPTE, J. Strong contributors to network persistence are the most vulnerable to extinction. *Nature*, v. 478, n. 7368, p. 233, 2011.
- SALLABANKS, R. Hierarchical mechanisms of fruit selection by an avian frugivore. *Ecology*, v. 74, n. 5, p. 1326-1336, 1993.
- SARACCO, J. F; COLLAZO, J. A; GROOM, M. J; CARLO, T. A. Crop size and fruit neighborhood effects on bird visitation to fruiting *Schefflera morototoni* trees in Puerto Rico. *Biotropica*, v. 37, n. 1, p. 81-87, 2005.
- SCHAEFER, H. M; SCHMIDT, V; BAIRLEIN, F. Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why?. *Animal Behaviour*, v. 65, n. 3, p. 531-541, 2003.
- SCHREIBER, S. J.; BÜRGER, R; BOLNICK, D. I. The community effects of phenotypic and genetic variation within a predator population. *Ecology*, v. 92, n. 8, p. 1582-1593, 2011.
- SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. In: *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Springer, Dordrecht, p. 15-29, 1993.
- SCHUPP, E. W.; JORDANO, P; GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*, v. 188, n. 2, p. 333-353, 2010.
- SICK, H. *Ornitologia Brasileira*, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- SIGRIST, T. *Guia de campo avis brasiliensis avifauna brasileira: Descrição das espécies*. Avis Brasiliensis Editora, 2009.
- SMITH, T. B.; SKÚLASON, S. Evolutionary significance of resource polymorphisms in fishes, amphibians, and birds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 27, n. 1, p. 111-133, 1996.
- SOUZA, V. F; BOMFIM, J. A; FONTOURA, T; CAZETTA, E. Richness and Abundance of *Aechmea* and *Hohenbergia* (Bromeliaceae) in Forest Fragments and Shade Cocoa Plantations in Two Contrasting Landscapes in Southern Bahia, Brazil. *Tropical Conservation Science*, v. 8, n. 1, p. 58-75, 2015.
- TINKER, M. T; BENTALL, G; ESTES, J. A. Food limitation leads to behavioral diversification and dietary specialization in sea otters. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, v. 105, n. 2, p. 560-565, 2008.
- TRAVESET, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant ecology, evolution and systematics*, v. 1, n. 2, p. 151-190, 1998.

TYLIANAKIS, J. M.; LALIBERTÉ, E; NIELSEN, A; BASCOMPTE, J. Conservation of species interaction networks. *Biological conservation*, v. 143, n. 10, p. 2270-2279, 2010.

VANBERGEN, A. J.; ESPÍNDOLA, A; AIZEN, M. A. Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. *Nature ecology & evolution*, v. 2, n. 1, p. 16, 2018.

VIDAL, M. M; HASUI, E; PIZO, M. A; TAMASHIRO, J. Y; SILVA, W. R; GUIMARÃES JR, P. R. Frugivores at higher risk of extinction are the key elements of a mutualistic network. *Ecology*, v. 95, n. 12, p. 3440-3447, 2014.

WESTCOTT, D. A; BENTRUPPERBÄUMER, J; BRADFORD, M. G; MCKEOWN, A. Incorporating patterns of disperser behaviour into models of seed dispersal and its effects on estimated dispersal curves. *Oecologia*, v. 146, n. 1, p. 57-67, 2005.

WHEELWRIGHT, N. T. Fruit-size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology*, v. 66, n. 3, p. 808-818, 1985.

WHEELWRIGHT, N. T; HABER, W. A; MURRAY, K. G; GUINDON, C. Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane forest. *Biotropica*, p. 173-192, 1984.

WHELAN, C. J.; WILLSON, M. F. Fruit choice in migrating North American birds: field and aviary experiments. *Oikos*, p. 137-151, 1994.