



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

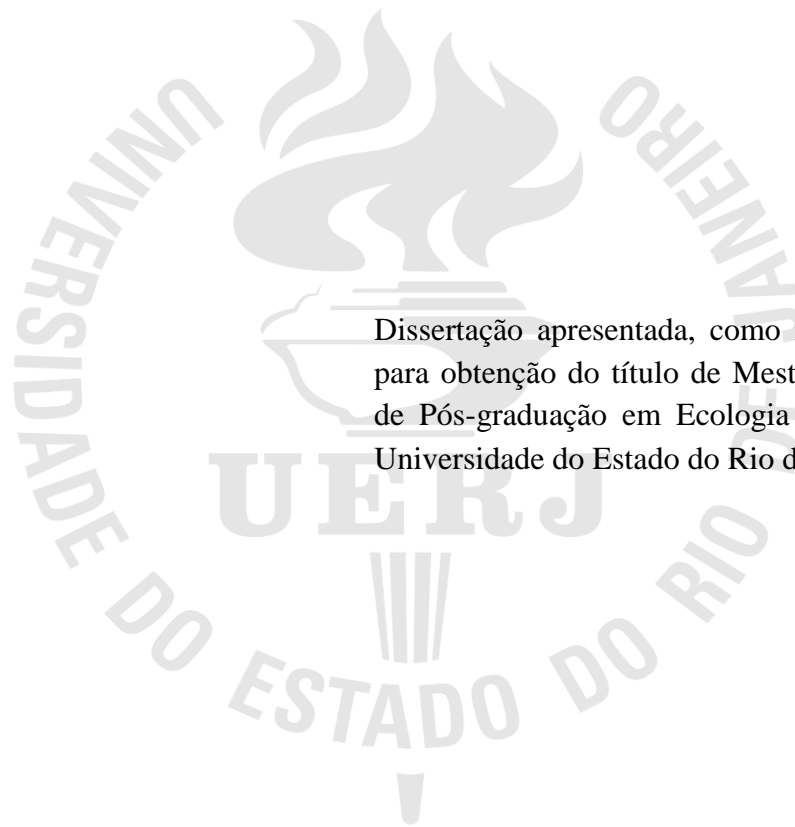
Mariana Abrahão Assunção

**Fenologia e frugivoria por aves em *Miconia calvescens* e *M. prasina*
(Melastomataceae): influência do conteúdo de carboidratos dos frutos na
composição e frequência de visitação da assembleia de aves consumidoras**

Rio de Janeiro
2015

Mariana Abrahão Assunção

**Fenologia e frugivoria por aves em *Miconia calvescens* e *M. prasina* (Melastomataceae):
influência do conteúdo de carboidratos dos frutos na composição e frequência de
visitação da assembleia de aves consumidoras**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Alice dos Santos Alves

Mariana Abrahão Assunção

**Fenologia e frugivoria por aves em *Miconia calvescens* e *M. prasina* (Melastomataceae):
influência do conteúdo de carboidratos dos frutos na composição e frequência de
visitação da assembleia de aves consumidoras**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 09 de fevereiro de 2015.

Banca Examinadora:

Presidente, Prof.^a Dra. Maria Alice dos Santos Alves
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof. Dr. Maurício Brandão Vecchi
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva
Universidade Estadual de Campinas

Rio de Janeiro
2015

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais, Elisabete e Mário e ao meu noivo, Rafael, sem os quais não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Não há como explicar a importância que meus pais tiveram na realização desse trabalho. Vocês foram minha força, minha fonte de equilíbrio. Nunca deixaram de acreditar em mim e nem permitiram que eu deixasse de acreditar. Muito obrigada pelo apoio moral e financeiro, não sei o que faria sem vocês. Ao Rafael, meu noivo, agradeço todo o estímulo, paciência e compreensão. Obrigada por sorrir comigo em cada vitória e por sempre buscar uma solução prática nos momentos de dificuldade, me mostrando que os problemas nunca são tão grandes quanto eu imagino.

À minha orientadora, Professora Maria Alice, muito obrigada por me receber em seu laboratório, confiando em mim apesar da minha pouca experiência com aves. Obrigada por tudo que me ensinou, direta ou indiretamente, além do apoio financeiro prestado por suas *grants* de pesquisa do CNPq (bolsa de Produtividade em Pesquisa, processo 308792/2009-2) e da FAPERJ (Cientista do Nosso Estado, processo E-26/102837/2012). Aos membros do Ecoaves, obrigada por todas as dicas, conselhos e ajuda nas horas de sufoco. Agradeço especialmente ao Edvandro, cuja ajuda inicial no campo e com ideias foi fundamental para me fazer prosseguir.

Agradeço ao pessoal do LIABPPN/UERJ, especialmente a Girlaine, pela secagem dos frutos no liofilizador. Agradeço ao Laboratório de Fisiologia Ecológica (LAFIECO/USP), especialmente ao Professor Marcos Buckeridge, por disponibilizar o laboratório para as análises de carboidratos. Agradeço ao CEADS por viabilizar minha estadia na Ilha Grande, a CAPES pela bolsa de Mestrado, à Idea Wild pelos materiais de campo fornecidos e aos membros da banca, pela disponibilidade e gentileza de participar desse momento importante.

Não poderia deixar de agradecer pessoas que indiretamente contribuíram para que as coisas dessem certo: tia Marizete, pelo estímulo constante e pela ajuda que sempre me deu; tia Virgínia, por me dar força quando pensei em desistir; meu irmão por sempre torcer pelo meu sucesso; meus sogros, Valdir e Cida, por se sempre se colocarem à disposição para ajudar em tantas situações, sempre se preocupando com meu bem-estar e torcendo muito; minhas amigas queridas, Gi e Dani, que apesar da distância sempre estavam prontas para ouvir meus desabaços e me dar palavras de apoio...

Lara e Toro, meus Labradores, obrigada por aliviar meu estresse com suas brincadeiras e carinho. Simba, meu Cocker, obrigada por me dar tanta alegria sempre que ia à Uberaba... de uma forma ou de outra, vocês também contribuíram para meu sucesso.

EPÍGRAFE

“Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, o universo conspira a seu favor”.

Johann Goethe

RESUMO

ASSUNÇÃO, Mariana Abrahão. Fenologia e frugivoria por aves em *Miconia calvescens* e *M. prasina* (Melastomataceae): influência do conteúdo de carboidratos dos frutos na composição e frequência de visitação da assembleia de aves consumidoras. 2015 58 p. Mestrado em Ecologia e Evolução – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

A determinação dos fatores que direcionam a seleção de frutos por aves é um tema importante para os estudos ecológicos. Registros fenológicos somados a observações de frugivoria são necessários para compreender a dinâmica das interações aves-plantas. A presente dissertação, dividida em dois capítulos, abordou a fenologia e o consumo de frutos por aves em duas espécies de plantas *Miconia calvescens* e *M. prasina*. Os objetivos do capítulo 1 foram: descrever, analisar e comparar a fenologia reprodutiva das espécies de plantas amostradas e estimar a disponibilidade de frutos de cada espécie. Quanto ao capítulo 2, os objetivos foram: determinar a guilda de aves consumidoras de frutos das duas espécies, avaliar o conteúdo de carboidratos dos frutos, avaliar a existência de uma correlação entre o valor nutricional da polpa e a riqueza da guilda, assim como frequência de visitação, além de investigar se a produção de carboidratos nos frutos varia ao longo do dia e se o pico de atividade das aves coincide com a produção máxima de carboidratos pelos frutos. O estudo foi conduzido de janeiro a dezembro de 2014 em um trecho de borda de Mata Atlântica, localizado na Ilha Grande, RJ. Foram marcados cinco indivíduos de cada espécie, distantes 200m. Os registros fenológicos foram realizados mensalmente e a intensidade de botões, flores, frutos verdes e frutos maduros foi estimada pelo índice de atividade e índice de Fournier. Para analisar a guilda de aves visitantes, foram feitas observações do tipo árvore-focal, com início às 06:00h e término às 18:00h. Foram calculadas as frequências de visitação total e para cada espécie por intervalo de hora e também a similaridade das guildas de visitantes entre as espécies vegetais por meio do índice de similaridade de Jaccard (Cj). Para a análise dos carboidratos, frutos verdes (n=10) e maduros (n=10) eram coletados a cada 4 horas, congelados e posteriormente liofilizados. A emissão de botões em *M. calvescens* ocorreu entre janeiro e maio, pico em fevereiro para *M. prasina*. *Miconia calvescens* apresentou flores de janeiro a setembro. Em *M. prasina* o mesmo padrão de surgimento de botões foi observado para flores ao longo do ano, porém com menor intensidade. A produção de frutos verdes para *M. calvescens* ocorreu de fevereiro a novembro, enquanto para *M. prasina* ocorreu de abril a junho. Frutos maduros estiveram disponíveis de maio a agosto em *M. prasina*, e de agosto a dezembro em *M. calvescens*. A oferta de frutos por *M. prasina* foi significativamente maior que para *M. calvescens*, com 23 e 13 espécies de aves visitantes, respectivamente. *Lanio cristatus* foi a espécie de ave que realizou o maior número de visitas a *M. prasina*, enquanto *Ramphocelus bresilius* foi a ave mais frequente quanto ao consumo de frutos de *M. calvescens*. O pico de visitação por aves ocorreu em julho para *M. prasina* e em novembro para *M. calvescens*. O pico de atividade de consumo de frutos pelas aves ocorreu entre 10:00h e 11:00h, havendo uma queda significativa a partir das 12:00h, sendo que um novo pico, embora de menor intensidade, surgiu por volta das 16:00h. Não foi observada diferença na produção de açúcares entre os horários. Os açúcares mais representativos em termos de quantidade foram glicose, frutose e sacarose. Quando comparadas, *M. prasina* teve mais glicose e frutose que *M. calvescens*, enquanto esta última teve mais sacarose. Aves passeriformes geralmente evitam sacarose, portanto é possível que o maior número de visitas em *M. prasina* esteja relacionado ao conteúdo de carboidratos dos frutos.

Palavras-chave: Aves. Mata Atlântica. *Miconia*. Frugivoria. Carboidratos.

ABSTRACT

ASSUNÇÃO, Mariana Abrahão. Phenology and frugivory by birds in *Miconia calvescens* and *M. prasina* (Melastomataceae): the influence of the fruit's carbohydrate content on the composition and frequency of visitation of the assembly of birds consuming its fruits. 2015. 58p. Mestrado em Ecologia e Evolução – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Determining the factors directioning the fruit selection by birds is an important theme to ecological studies. Phenological registers added to frugivory observations are necessary to a better understanding of the bird-plant interaction dynamics. The present dissertation, divided in two chapters, approached the phenology and fruit consumption by birds in two plant species *Miconia calvescens* e *M. prasina*. The goals of chapter one were: describe, analyze and compare the reproductive phenology of *Miconia calvescens* e *Miconia prasina* and estimate the availability of fruits of each species. For chapter two, the goals were: determine the bird guild visiting both species, evaluate which species has the higher carbohydrate content in the pulp, verify the existence of a correlation between the nutritional value of the pulp and the richness of the guild, as well as the frequency of visitation, observe if the production of carbohydrates in the fruits varies throughout the day and observe if the peak of bird activity matches the peak of carbohydrate production. The study was developed from January to December 2014 in an Atlantic Forest edge stretch, situated in Ilha Grande, RJ. It were marked five individuals of each species, distant 200m from each other. The phenological registers were made monthly and the intensity of buds, flowers, immature and ripe fruits was estimated by the activity index and the Fournier index. To analyze the guild of visitors, it was made focal-tree like observations, from 06:00am to 06:00pm. It was calculated the frequencies of total visitations for each species by hour and also the similarity of the visitors guild among the plant species with the Jaccard Similarity Index (Cj). To analyze the carbohydrate content, immature fruits (n=10) and ripe fruits (n=10) were collected every four hours, frozen and then lyophilized. The emission of butts in *M. calvescens* occurred between January and May, peak in February to *M. prasina*. *Miconia calvescens* showed flowers from January to September. In *M. prasina* the same pattern of but arising was observed to flowers throughout the year, but with less intensity. The production of immature fruits in *M. calvescens* was long, from February to November. The peak of production of immature fruits in *M. prasina* was from April to June. Ripe fruits were available from May to August in *M. prasina*, and from August to December in *M. calvescens*. The fruit availability in *M. prasina* was significantly higher. *Miconia prasina* was visited by 23 bird species while *M. calvescens* was visited by 13 bird species. *Lanio cristatus* was the species that made the higher number of visitation to *M. prasina*, while in *M. calvescens* *Ramphocelus bresilius* was the species with the higher frequency of visitation. The peak of visitation occurred in July to *M. prasina* and November to *M. calvescens*. The peak of activity occurred between 10:00am to 11:00am. It wasn't observed differences in the carbohydrate production along the day. The mean carbohydrates present in the fruits were glucose, fructose and sucrose. *Miconia prasina* had more glucose and fructose than *M. calvescens*, while this last one had more sucrose.

Keywords: Birds. Atlantic Forest. Miconia. Frugivory. Carbohydrate content.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Aspectos da vegetação na área de estudo. (Fotos: Abrahão, M).....3
- Figura 2. Fenofases reprodutivas de *Miconia calvescens*. 2A) Botões 2B) Inflorescência 2C) Frutos verdes 2D) Frutos maduros. (Fotos: Abrahão, M).....5
- Figura 3. *Miconia prasina*. 3A) Botões, 3B) Frutos verdes. 3C) Frutos verdes e maduros (Fotos: Abrahão, M).....6
- Figura 4. Índice de atividade representado pelo percentual de indivíduos de *Miconia prasina* e *Miconia calvescens* nas seguintes fenofases ao longo de 2014: “botão” (a), “flor” (b), “frutos verdes” (c), “frutos maduros” (d).....14
- Figura 5. Índice de Fournier representado pela porcentagem de intensidade de cada fenofase ao longo de 2014 para *Miconia calvescens* (a) e *Miconia prasina* (b).
- Figura 6. Médias mensais de precipitação no município de Angra dos Reis para os últimos 10 anos e para o ano de 2014. Fonte: COPPES / DIGAT/ INEA/INMET.....17
- Figura 7. Número de visitas por espécie de ave em *Miconia calvescens* e *Miconia prasina* em área de Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. Os nomes completos das espécies de aves se encontram na Tabela 1.....28
- Figura 8. Número de visitas de espécies de aves a frutos de *Miconia prasina* e *Miconia calvescens* por mês em área de Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ.....30
- Figura 9. Número de espécies de aves visitantes a *Miconia prasina* e *M. calvescens* por mês, em área de Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ.....30
- Figura 10. Número total de visitas por aves a *Miconia calvescens* e *M. prasina* por hora de observação. Os pontos representam linhas de tendência.....31
- Figura 11. Níveis de glicose ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Os pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.....32
- Figura 12. Níveis de frutose ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Os pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.....33
- Figura 13. Níveis de sacarose ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.....33
- Figura 14. Níveis de amido ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Pontos na figura representam a

média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.
.....34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Espécies de aves visitantes de *Miconia calvescens* e *Miconia prasina* e suas frequências de visitação absoluta e relativa (percentual entre parênteses). Ordem sistemática e nome popular de acordo com o CBRO (2014).....29
- Tabela 2. Média do tempo de permanência das aves em *M. prasina* e *M. calvescens* à cada visita.....30
- Tabela 3. Média e desvio padrão das medidas de altura e largura de frutos verdes (n=200) e maduros (n=200) de *Miconia prasina* e *M. calvescens*.....31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
Área de estudo.....	3
O gênero <i>Miconia</i>	4
As espécies vegetais do estudo.....	4
1 FENOLOGIA REPRODUTIVA DE MICONIA CALVESCENS E M. PRASINA (MELASTOMATACEAE) EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA	11
1.1 Introdução.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Métodos.....	14
1.4 Resultados.....	15
1.5 Discussão.....	18
1.6 Conclusão.....	20
1.7 Referências Bibliográficas.....	20
2 INFLUÊNCIA DO TEOR DE CARBOIDRATOS DOS FRUTOS NA COMPOSIÇÃO E FREQUÊNCIA DE VISITAÇÃO DA ASSEMBLEIA DE AVES CONSUMIDORAS DE FRUTOS DE MICONIA CALVESCENS E M. PRASINA (MELASTOMATACEAE)	24
2.1 Introdução.....	25
2.2 Objetivos.....	26
2.3 Métodos.....	27
2.4 Resultados.....	29
2.5 Discussão.....	35
2.6 Conclusão.....	39
2.7 Referências Bibliográficas.....	40
CONSIDERAÇÕES GERAIS	45
REFERÊNCIAS	6
ANEXO: Análises químicas dos frutos	46
Protocolo para extração de açúcares solúveis.....	46
Protocolo para teste fenol-sulfúrico.....	46
Protocolo para extração e dosagem de amido.....	47

INTRODUÇÃO GERAL

As florestas tropicais estão incluídas entre os ecossistemas mais ricos em espécies do planeta (Turner & Collet, 1996). A Floresta Atlântica é considerada a segunda maior formação florestal brasileira, cobrindo originalmente 1,1 milhão de quilômetros quadrados (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). Essa formação recebe diferentes definições, sendo a mais aceita atualmente a de Domínio Tropical Atlântico. O mosaico de habitats e formações vegetais da Mata Atlântica resultam na imensa diversidade biológica encontrada nesse bioma (Oliveira-Filho & Fontes, 2000), apesar deste se encontrar reduzido a pequenos fragmentos, localizados especialmente em regiões de maior altitude e declividade (Conde et al., 2005).

A produção de frutos carnosos por plantas e seu consumo por animais é uma interação mutualística comum entre animais na região tropical. Estima-se que 50 a 90% das plantas de florestas tropicais produzam frutos carnosos adaptados ao consumo por aves e mamíferos (Almeida-Neto et al., 2008; Pizo & Galetti 2010, Galetti et al., 2013). Segundo Howe & Smallwood (1982), mais da metade das plantas vasculares nas florestas tropicais têm suas sementes dispersas por animais. Aves que consomem frutos podem ser consideradas frugívoras especialistas ou frugívoras oportunistas (Snow, 1981). Uma alimentação baseada majoritariamente em frutos é comum em aves das famílias Trogonidae, Cracidae, Ramphastidae e Psittacidae (Motta-Júnior, 1990). Aves cuja alimentação é baseada em insetos, mas incluem frutos em sua dieta sempre que o acesso é fácil, são consideradas frugívoras oportunistas (Molinari, 1993). Essa característica é comumente encontrada em espécies das famílias Tyrannidae, Turdidae e Thraupidae (Motta-Júnior, 1990).

Segundo Snow (1981), plantas adaptadas à dispersão por aves frugívoras oportunistas geralmente são arbustos ou pequenas árvores típicas de vegetação secundária, colonizando habitats de borda ou clareiras. As espécies da família Melastomataceae constituem um exemplo importante dessas plantas (Parrini & Pacheco, 2011). A maioria das espécies dessa família produz frutos pequenos e em grande quantidade, exibindo cores vistosas e polpas carnosas e suculentas, características que atraem aves desse tipo (Snow, 1981; Stiles & Roselli, 1993). Em especial, frutos do gênero *Miconia* são frequentemente mencionados como importante recurso alimentar para muitas aves frugívoras (Snow, 1965; Alves, 1991; Stiles & Roseli, 1993; Manhães, 2003). Esse gênero é o maior da família, com mais de 1.000 espécies (Goldenberg, 2004).

A evolução das interações entre animais e plantas pode ser melhor compreendida quando se considera a fenologia dos eventos vegetativos e reprodutivos das plantas (Morellato

& Leitão Filho, 1996; Bencke & Morellato, 2002). O registro da variação das características fenológicas reúne informações sobre a dinâmica das espécies vegetais, permitindo reconhecer as formas de organização temporal dos recursos disponíveis (Gentry, 1974). Além disso, permite a melhor compreensão de como esses recursos influenciam na variação temporal dessa fauna com que interage (Kubota, 2003).

Além das estratégias fenológicas apresentadas pela planta, características dos frutos influenciam na atração de aves dispersoras, tais como, tamanho (Wheelwright, 1985), coloração (Schaefer et al, 2004; Whitney, 2005), acessibilidade, detectabilidade (Denslow & Moermond, 1982) conspicuidade e abundância (Borowicz, 1988). Além desses fatores, estudos vêm demonstrando que o conteúdo nutricional presente na polpa ou arilo é outra característica importante na seleção do fruto pelas aves, visto que estas são capazes de decidir os frutos que irão consumir segundo suas necessidades nutricionais (Herrera, 1982a; Lepczyk et al., 2000; Schaefer et al, 2003; Schaefer & Braun, 2009). O valor nutritivo pode ser um fator tão importante na seleção do alimento, que o traupídeo *Thraupis episcopus*, cuja dieta é generalista, consegue distinguir diferenças de apenas 0,09% no conteúdo proteico de alimento oferecido durante experimentos de preferência alimentar realizados sob condições de cativeiro (Bosque & Calchi, 2003).

Entender os fatores que ocasionam a preferência alimentar de aves frugívoras é um tema complexo, que ainda não tem sido bem abordado (Sorensen, 1981). Muitos estudos apontam possíveis fatores para seleção de frutos pelas aves, mas são poucos aqueles que trazem uma abordagem experimental que possibilite uma maior compreensão de como e quanto tais características influenciam nessas escolhas. Van Doorn & Van Meeteren (2003) constataram que a abertura das flores e liberação do pólen são controladas por ciclos circadianos e que esses eventos são coincidentes com os horários de atividades dos polinizadores. Partindo desse raciocínio, é possível supor que outros fenômenos fisiológicos também sejam controlados por tais ciclos, como por exemplo, a produção de nutrientes nos frutos. Entretanto, não temos conhecimento de nenhum estudo que tenha investigado se o conteúdo nutricional de frutos varia ao longo do dia, e principalmente, se existe relação entre a produção máxima de nutrientes e o horário de atividade de aves frugívoras, o que poderia influenciar a seleção de frutos por essas aves.

A presente dissertação foi dividida em dois capítulos. O capítulo 1 visa caracterizar e comparar a fenologia reprodutiva, além da oferta de frutos de duas espécies do gênero *Miconia* (*M. calvescens* e *M. prasina*). Quanto ao capítulo 2, o objetivo foi quantificar os carboidratos (açúcares e amido) nos frutos dessas duas espécies de plantas, de forma a

determinar se a espécie com maior teor de carboidratos nos frutos recebe um maior número de espécies visitantes, além de uma maior frequência de visitas, e também avaliar se a produção de açúcares solúveis obedece a um ciclo circadiano. Nesse último capítulo, parte-se da hipótese do valor nutricional dos frutos ser capaz de influenciar a composição da guilda de aves visitantes potenciais dispersoras, assim como a frequência de visitação dessas aves para consumo desses frutos.

Área de Estudo

A Ilha Grande está localizada no município de Angra dos Reis (23°15' S, 44°15' W), na costa Sul do Estado do Rio de Janeiro. Esta ilha, com aproximadamente 19300 ha, é a maior do Estado e está inserida na bacia hidrográfica que recebe seu nome, Baía da Ilha Grande (Alho et al., 2002). O estudo foi realizado no Parque Estadual da Ilha Grande, uma reserva ambiental que compreende mais da metade da ilha e é um dos maiores remanescentes contínuos de Mata Atlântica do Estado (Alves & Vecchi, 2009). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa (Montana e Submontana), (Figura 1) e em menor proporção, as áreas de formação pioneira de influência marinha (restinga), fluviomarinha (mata alagadiça e manguezal) e os afloramentos rochosos. O clima é tipicamente tropical, com temperatura média de 23°C e precipitação elevada, principalmente nos meses de verão, em torno de 1.700mm (Alho et al. 2002).



Figura 1. Aspectos da vegetação na área de estudo. (Fotos: Abrahão, M).

O gênero *Miconia*

O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. pertence à família Melastomataceae, considerada a sexta maior família de Angiospermas e a sétima maior família em diversidade de espécies no domínio da Mata Atlântica (Stehmann et al., 2009). O gênero *Miconia* é o maior da família, com mais de 1.000 espécies registradas (Oliveira 2007), ocorrendo desde o sul do México até o Norte da Argentina e Uruguai (Goldenberg, 2004). No Brasil, o gênero apresenta 279 espécies, das quais 122 são endêmicas (Goldenberg et al, 2010). Suas espécies podem ser componentes do sub-bosque de florestas primárias, entretanto ocorrem principalmente em áreas secundárias, bordas e clareiras naturais no interior de florestas, podendo ser consideradas pioneiras ou invasoras (Snow, 1965; Schupp et al. 1989; Denslow et al. 1990 ; Elison et al. 1993; Martini & Santos, 2007). A maioria das espécies do gênero possui distribuição agregada (Antonini & Nunes-Freitas, 2004).

O gênero é relativamente comum entre as espécies vegetais que compõem a Mata Atlântica. Suas espécies frutificam abundantemente ao longo das estações, assumindo um papel vital na sobrevivência de muitos frugívoros, sendo consideradas espécies-chave (Paine, 1966). Seus frutos são consumidos preferencialmente por aves frugívoras oportunistas, uma vez que são pequenos, suculentos e com muitas sementes pequenas (Snow, 1981). Estudos mostram que em ambientes onde ocorrem muitas espécies do gênero, a frutificação destas geralmente ocorre em uma sequência, com pequena ou nenhuma sobreposição de fenofases (Snow, 1965; Hilty, 1980; Maruyama et al., 2007; Borges, 2010; Leiner et al., 2010). Os autores acreditam que esta estratégia reduza a competição interespecífica por agentes dispersores.

Na Ilha Grande, onde o estudo foi realizado, as espécies mais frequentemente encontradas são *Miconia prasina* e *Miconia calvescens* (Antonini, 2007). Portanto, como são espécies abundantes e com distribuição semelhante, se mostram como bons modelos para estudos de frugivoria.

As espécies vegetais do estudo

Miconia calvescens DC.

É nativa de regiões tropicais e temperadas da América. Apresentam-se normalmente como arbustos ou árvores de tamanho pequeno a médio e até 15 m de altura. *Miconia*

calvescens tornou-se uma espécie invasora em algumas ilhas do Pacífico onde foi introduzida como ornamentação, entre as quais o Havaí e Taiti (Quattrochi 2000). Possui largas folhas verde-escuras de até 1m de comprimento, com a face abaxial de cor violeta. Apresenta ampla capacidade de germinação, habilidade de tolerar baixos níveis de luminosidade, índice relativamente alto de crescimento, podendo frutificar após 4-5 anos a partir das sementes, que são dispersadas por aves e pequenos mamíferos (Meyer & Florence 1996). Seus frutos são negros quando maduros, com até 500 frutos por infrutescência, sendo uma média de 140-230 sementes por fruto (Meyer 1996).

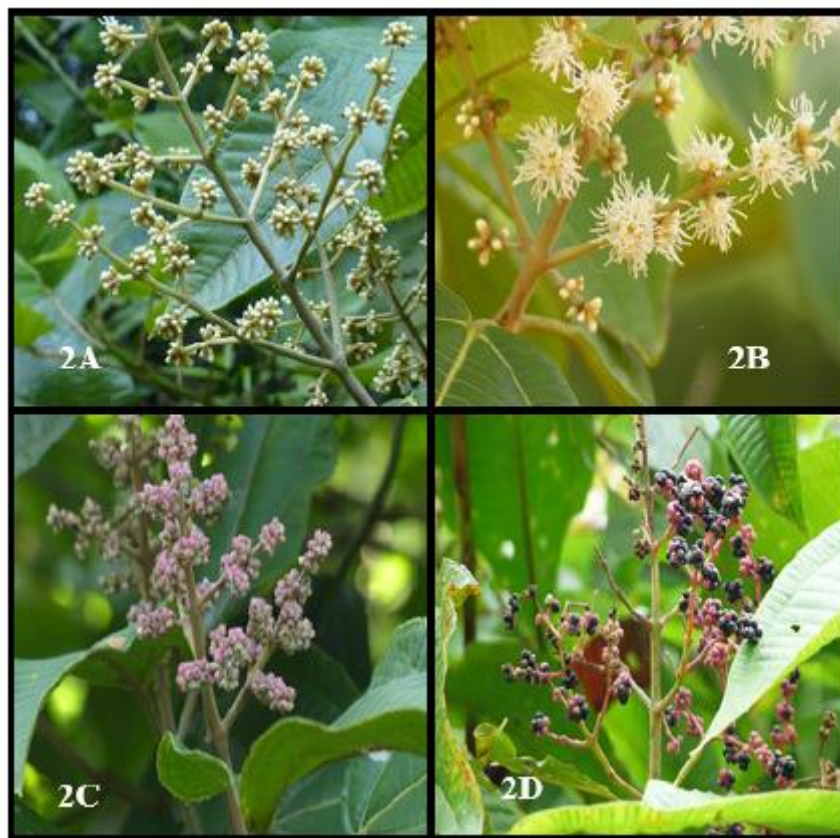


Figura 2. Fenofases reprodutivas de *Miconia calvescens*. 2A) Botões 2B) Inflorescência 2C) Frutos verdes 2D) Frutos maduros. (Fotos: Abrahão, M).

***Miconia prasina* (Sw.) DC.**

Arbusto perenifólio que atinge uma altura de 7,6 m de diâmetro 10 cm. Possuem folhas verdes ovais e brilhantes, flores brancas em grandes cachos e seus frutos são pequenas bagas azul-púrpura, com numerosas sementes. Podem ser componentes do sub-bosque de florestas primárias, porém ocorrem principalmente em áreas secundárias, bordas de floresta e

clareiras naturais no interior de florestas, por esta razão podendo ser consideradas como espécies pioneiras ou invasoras (Gunasekera, 2009).



Figura 3. *Miconia prasina*. 3A) Botões 3B) Frutos verdes. 3C) Frutos verdes e maduros (Fotos: Abrahão, M).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, C. J. R., M. SCHNEIDER; VASCONCELLOS, L. A. S. Degree of threat to the biological diversity in the Ilha Grande State Park (RJ) and guidelines for conservation. *Brazilian Journal of Biology*. 62(3): 375-385, 2002.

ALMEIDA-NETO, M. CAMPASSI F., GALETTI M., JORDANO, P. & OLIVEIRA-FILHO, A. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. *Global Ecology and Biogeography*, v.17, n.4, p.503-513, 2008.

ALVES, M.A.S. Dieta e táticas de forrageamento de *Neothraupis fasciata* em cerrado no Distrito Federal, Brasil. *Ararajuba* 2:25-29, 1991.

ALVES, M.A.S. & VECCHI, M.B. Birds, Ilha Grande, State of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Check List*. 5(2): 300–313, 2009.

ANTONINI, R.D. & NUNES-FREITAS, A.F. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* DC. (Melastomataceae) em duas áreas de floresta atlântica na Ilha grande, RJ, Sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(3): 671-676, 2004.

ANTONINI, R.D. *Frugivoria e dispersão de sementes por aves em duas espécies de Miconia (Melastomataceae) em uma área de Mata Atlântica na Ilha da Marambaia, RJ*. 2007. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: UFRRJ. 2007. 78f.

BENCKE, C.S.C.& MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(2): 237-248, 2002.

- BORGES, M.R. Oferta de frutos e frugivoria por aves, em espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) em duas áreas do Cerrado. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. *Dissertação de Mestrado*. 2010.
- BOROWICZ, V.A. Fruit consumption by birds in relation to fat content of pulp. *American Midland Naturalist* 119(1):121-127. 1988.
- BOSQUE, C. & CALCHI, R. 2003. Food choice by blue-gray tanagers in relation to protein content. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 135:321-327.
- CONDE, M.M.S; LIMA, H.R.P. & PEIXOTO A.L. Aspectos florísticos e vegetacionais da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. In *História Natural da Marambaia* (L.F.T. Menezes, A.L. Peixoto & D.S.D. Araújo, orgs.). Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, p.133-168. 2005.
- DENSLOW, J.S. & MOERMOND, T.C. The effect of accessibility on rates of fruit removal from tropical shrubs: an experimental study. *Oecologia* 54:170-176. 1982.
- DENSLOW, J.S.; SCHULTZ, J.C.; VITOUSEK, P.M. & Strain, B.R. Growth responses of tropical shrubs to treefall gap environments. *Ecology* 71(1): 165-179. 1990.
- ELLISON, A.M.; DENSLOW, J.S.; LOISELLE, B.A. & BRÉNES, D.M. Seed and seedling ecology of Neotropical Melastomataceae. *Ecology* 74(6): 1733-1749. 1993.
- FLEMING, T.H.; BREITWISCH, R. & WHITESIDES, G.H. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228. 1991.
- GALETTI, M.R., GUEVARA, R., CORTES, M.C., FADINI, R., VON MATTER, S., LEITE, A.B., LABECCA, F., RIBEIRO, T., CARVALHO, C.S., COLLEVATTI, R.G., PIRES, M.M., GUIMARÃES, J.R., P.R., BRANCALION, P.H., RIBEIRO, M.C. & JORDANO, P. Functional extinction of birds drives rapid evolution changes in seed size. *Science* 340 (6136):1086–1090. 2013.
- GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6:64-68. 1974.
- GOLDENBERG, R. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, (18)4:927- 947. 2004.
- GOLDENBERG, R.; CADDAH, M.K.; MARTIN, C.V. Notas taxonômicas sobre *Miconia* (Melastomataceae) sul-americanas II. *Rodriguesia*. v.61 (Suplemento), p. S23-S28. 2010.
- GUNASEKERA, L. *Invasive Plants: A guide to the identification of the most invasive plants of Sri Lanka*, Colombo, p. 103–104. 2009.
- HERRERA, C.M. Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63(3):773-785. 1982b
- HILTY, S.L. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12(4): 292-306. 1980.

- HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 13: 201-228. 1982.
- KUBOTA, H. *Fenologia da comunidade de Asteraceae, variação temporal e determinantes locais de riqueza de insetos endófagos de capítulos*. 2003. 82p. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas. 2003.
- LEINER, N.O., Nascimento, A.R.T. & MELO, C., 2010. Plant strategies for seed dispersal in tropical habitats: patterns and implications. In United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO (Org.). *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Oxford: UNESCO. p. 155-170.
- LEPCZYK, C.A.; MURRAY, K.G.; WINNETT-MURRAY, K.; BARTELL, P.; GEYER, E. & WORK, T. Seasonal fruit preferences for lipids and sugar by American Robins. *The Auk* 117(3):709-717. 2000.
- MANHÃES, M.A. Variação sazonal da dieta e do comportamento alimentar de traupíneos (Passeriforme: Emberezidae) em Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*. 11(1):5-55. 2003.
- MARTININI, A.M.Z. & SANTOS, F.A.M. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic Forest of NE Brazil. *Vegetatio* 190:81-95. 2007.
- MARUYAMA, P.K.; ALVES-SILVA, E.; MELO, C. Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitócoricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências*. 5(1):672-674. 2007.
- MARUYAMA, P.K.; BORGES, M.R.; SILVA, P.A.; BURNS, K.C. & MELO, C. Avian frugivory in *Miconia* (Melastomataceae): contrasting fruiting times promote habitat complementarity between savanna and palm swamp. *Journal of Tropical Ecology*. 29:99-109. 2013.
- MEYER, J.Y. Status of *Miconia calvescens* (Melastomataceae), a dominant invasive tree in the society islands (French Polynesia). *Pacific Science*. 50, 66-76. 1996.
- MEYER, J.Y. & Florence, J. Tahiti's native flora endangered by the invasion of *Miconia calvescens* DC. (Melastomataceae). *Journal of Biogeography* 23, 775-781. 1996.
- MOLINARY, J. El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: aspectos paleobiológicos, autoecológicos, papel comunitario. *Acta Biológica Venezuelica*. 14(4):1-44. 1993.
- MOTTA-JÚNIOR, J.C. Estrutura trófica e composição da avifauna de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. *Ararajuba* 1:65-71. 1990.
- MORELLATO, L. P. C., & H. F. LEITÃO-FILHO. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28:180-191. 1996.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and influence of climate. *Biotropica* 32(4b):793-809. 2000.

OLIVEIRA, J.B.S. *Anatomia foliar como subsídio à taxonomia de Miconia Ruiz et Pav. (Melastomataceae) em Pernambuco – Brasil*. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco, 2007.

PAINE, R.T. Food Web Complexity and Species Diversity. *The American Naturalist*, Vol. 100: 65-75. 1966.

PARRINI, R. & PACHECO, J. F. Frugivoria por aves em seis espécies arbóreas do gênero *Miconia* (Melastomataceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Região Sudeste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, v.159, n.1, p.51-58. 2011.

PIZO, M.A. & GALETTI, M. Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves. In: *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento* (Accordi, I. Straube, F.C & Von Matter, S. orgs). Technical Books Rio de Janeiro, p. 492–504. 2010.

QUATTROCHI, U. *CRC World Dictionary of Plant Names*_[S.l.]: CRC Press, p. 1676. vol. III. 2000.

SCHAEFER, H.M & BRAUN, J. Reliable cues and signals of fruit quality are contingent on the habitat in Black Elder (*Sambucus nigra*). *Ecology* 90(6):1564-1573. 2009.

SCHAEFER, H.M.; SCHAEFER, V. & LEVEY, D.J. How plant-animal interactions signal new insights in communication. *Trends in Ecology and Evolution* 19(11):577-584. 2004.

SCHAEFER, H.M.; SCHMIDT, V. & BAIRLEIN, F. Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why? *Animal Behaviour* 65:531-541. 2003.

SCHUPP, E.W.; HOWE, H.F.; AUGSPURGER, C.K. & LEVEY, D.J.. Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecology* 70(3): 562-564. 1989

SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in Tropical Forests. *Oikos* 15: 274-281. 1965.

SNOW.D.W. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13(1): 1-14. 1981.

SORENSEN, A.E. Interactions Between Birds and Fruit in a Temperate Woodland. *Oecologia* 50: 242-249. 1981.

STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; Salino, A.; Sobral, M.; Costa, D.P.; Kamino, L.H.Y. 2009. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 516p.

STILES, F.G. & ROSELLI, L. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds: how diffuse is coevolution? *Vegetatio* 107/108(1):57-73. 1993.

TURNER, I.M. & COLLET, R.T. The coevolution value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution*. 1(8): 330-333. 1996.

VAN DOORN, W.G.& VAN MEETEREN, U. Flower opening and closure: a review. *Journal of Experimental Botany* 54(389): 1801-1812. 2003.

WHEELWIGHT, N.T. Competition for dispersers and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. *Oikos* 44:465-477. 1985.

WHITNEY, K.D. Linking frugivores to the dynamics of a fruit color polymorphism. *American Journal of Botany* 92(5):859-867. 2005.

Capítulo 1

**Fenologia reprodutiva de *Miconia calvescens* e *M. prasina*
(Melastomataceae) em uma área de Mata Atlântica.**

1.1 INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos (Talora & Morellato, 2000), reunindo informações sobre a dinâmica das espécies vegetais, o que contribui para o melhor entendimento da ecologia dos ecossistemas e organização temporal dos recursos disponíveis (Gentry 1974; Fenner, 1998). Entre os diferentes fatores que condicionam os padrões fenológicos das espécies vegetais, a sazonalidade climática é frequentemente mencionada como sendo o mais importante (Arroyo et al.1981; Wright & Van Schaik 1994; Rivera & Borchert 2001).

Em ambientes tropicais onde a sazonalidade na precipitação é pronunciada, a época seca comumente determina a fenologia, limitando o crescimento e reprodução das plantas neste período (Reich & Borchert 1984, Morellato et al. 1989). Entretanto, estudos mostram que variações no comprimento do dia e temperatura durante o ano também têm grande influência na fenologia de espécies vegetais, sendo que as plantas exibem periodicidade em muitos eventos fenológicos mesmo em regiões pouco sazonais (Hilty 1980; Longman & Jeník 1987; Talora & Morellato 2000). Os padrões fenológicos das espécies tropicais são heterogêneos e podem variar em uma população devido à idade, tamanho e diferenças no micro-habitat. Estes padrões também podem variar dentro de uma espécie, se avaliados em diferentes ecossistemas (Newstrom et al., 1994).

Historicamente, as síndromes de dispersão dos frutos têm sido interpretadas como adaptações das plantas aos seus dispersores (Ridley, 1930; van der Pijl, 1982). De acordo com esse ponto de vista, as características dos frutos foram moldadas por coevolução entre os grupos de plantas e os dispersores de forma a facilitar a localização dos frutos e a dispersão das sementes. Porém, essa interação apresenta pouca especificidade entre os organismos envolvidos. Poucos exemplos são conhecidos de plantas que possuem apenas uma ou poucas espécies como agentes dispersores de suas sementes (Jordano 1987). Assim, o que observamos mais comumente é a interação de grupos de plantas com grupos de animais, possibilitando como consequência última, uma coevolução difusa entre plantas e seus dispersores (Janzen 1980; Jordano 1995; Snow 1981; Fleming 1991).

Outra estratégia apresentada para a atração de dispersores é a sincronização de frutificação, na qual os períodos de frutificação de diferentes espécies se sobrepõem (Poulin et al. 1999). Esses períodos coincidem com épocas favoráveis à dispersão, como por exemplo, a chegada de aves migratórias, que aumenta a diversidade de potenciais dispersores (Noma & Yumoto 1997). Por outro lado, muitas espécies segregam as épocas de frutificação, de forma

que seus períodos se complementam ao longo do ano (Poulin et al. 1999). Em um estudo realizado com 19 espécies do gênero *Miconia*, Snow (1965) mostrou que existe uma sucessão na disponibilidade de frutos maduros ao longo do ano, sendo que a cada mês, pelo menos duas espécies estavam frutificando. Essa estratégia pode ser interpretada como uma adaptação para minimizar a competição por dispersores (Wheelwright, 1985). Este padrão de frutificação permite que recursos estejam constantemente disponíveis, o que levou as espécies do gênero a serem conhecidas como espécies-chave, por contribuírem para a manutenção de populações de frugívoros, sejam elas residentes ou migratórias (Snow, 1965; Kessler-Rios & Kattan 2012).

O sistema reprodutivo mais comum em Melastomataceae, inclusive em *Miconia* é a xenogamia, favorecido pela separação espacial entre o estigma e as anteras poricidas (Renner 1989; Buchmann 1983; Goldemberg & Varassin 2001). O pólen é também o único recurso oferecido em 94% das espécies da família (Renner 1989) e a polinização é vibrátil, do tipo buzz-pollination, realizada principalmente por abelhas coletoras de pólen (Buchmann 1983). Dessa forma, a fenologia de floração nas espécies de *Miconia* é estreitamente relacionada com a fenologia das abelhas coletoras de pólen, ajustando a oferta do recurso ao ciclo de atividade reprodutiva do polinizador, que utilizam o pólen para manutenção das larvas (Buchmann 1983).

Muitos estudos reúnem informações fenológicas reprodutivas para as espécies (Davies & Ashton, 1999; Marques et al., 2004), mas, em geral, não examinaram diferenças entre populações em micro escala temporal. Esses estudos são importantes para entender a dinâmica fenológica como estratégia de sobrevivência das populações e como os fatores abióticos influenciam os padrões fenológicos (Meagher & Delph, 2001; Michalski & Durka, 2007).

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente capítulo foram descrever e analisar a fenologia reprodutiva de *Miconia calvescens* e *M. prasina*, avaliar a influência dos níveis de pluviosidade na fenologia das espécies e estimar a disponibilidade de frutos de cada espécie em um trecho de borda de Mata Atlântica, de forma a relacionar essa disponibilidade de frutos com as visitas por parte das aves (capítulo 2).

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

Ao longo de um trecho de borda de mata secundária, local de maior abundância das espécies em questão, foram amostrados cinco indivíduos de cada espécie de *Miconia*, marcados com fita plástica e identificados com etiqueta metálica. Frankie et al. (1974) recomendam um mínimo de cinco indivíduos por espécie para estudos fenológicos em ambientes tropicais. Os indivíduos se encontravam a uma distância mínima de 200m. Foram realizadas visitas mensais de janeiro a dezembro de 2014, período em que as espécies apresentaram fenofases reprodutivas (botão, flor, fruto verde e fruto maduro).

Para quantificar as fenofases das espécies, foi utilizado o índice de atividade, que estima a porcentagem de indivíduos que apresentam a fenofase, além da sincronia entre os indivíduos da mesma espécie. Foram considerados períodos com alta sincronia aqueles que apresentavam mais de 60% de indivíduos com o evento analisado (Bencke & Morellato, 2002). Também foi utilizado o percentual de intensidade de Fournier, em que os valores obtidos em campo, por meio de uma escala intervalar semi-quantitativa, permitem estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo (Fournier, 1974). As notas de intensidade atribuídas foram: 0 indicando a ausência da fenofase; e 1, 2, 3 e 4, a presença da fenofase, respectivamente nos intervalos de 1 a 25%, 26 a 50%, 51 a 75% e acima de 75% dos ramos apresentando a fenofase descrita. Em cada mês, fez-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie e dividiu-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, foi então multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Percentual de intensidade de Fournier} = \frac{\text{Soma dos valores individuais}}{\text{Valor máximo (no caso, } 4 \times 5 = 20)} \times 100$$

Para estimar a disponibilidade de frutos maduros de cada indivíduo, foi feita uma média do número de frutos maduros de cinco infrutescências, multiplicado pelo número total de infrutescências (Chapman et al, 1992). Quando uma parte da copa estava oculta pela vegetação ao redor, extrapolava-se o número de infrutescências observadas nas partes visíveis de modo proporcional à área não visível. As médias mensais de precipitação no município de

Angra dos Reis para os últimos 10 anos foram conseguidas mediante consulta ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

1.4 RESULTADOS

A emissão de botões na população de *M. calvescens* ocorreu entre janeiro e maio (Figura 4), havendo uma queda brusca em março e um novo pico em maio (Figura 5). Em *M. prasina*, houve aparecimento de botões no início e final do ano (Figura 4), sendo que a produção máxima foi em fevereiro, surgindo novamente em menor intensidade a partir de setembro (Figura 5). *Miconia calvescens* apresentou picos de floração de janeiro a setembro (Figura 4). Em *M. prasina* o mesmo padrão de surgimento de botões foi observado para flores ao longo do ano (Figura 4).

A produção de frutos verdes em *M. calvescens* foi o evento fenológico de maior duração, tendo início em fevereiro e se mantendo constante até novembro (Figura 4). Na Figura 5, é possível notar um pico de produção em março, seguida de uma queda brusca na produção de frutos verdes e um aumento na produção de botões e flores. Um novo pico é observado em junho, declinando a partir de novembro. Houve uma sobreposição na produção de frutos verdes entre *M. calvescens* e *M. prasina* entre fevereiro e agosto, entretanto, a partir de outubro nenhum indivíduo de *M. prasina* apresentava frutos verdes (Figura 4). O pico de produção de frutos verdes em *M. prasina* foi de abril a junho, período em que houve o maior declínio na produção de botões e flores (Figura 5). Durante o período de observação, não foi registrado consumo de frutos verdes por aves. O número máximo de produção de frutos maduros ocorreu em meses diferentes para ambas as espécies estudadas, sendo em dezembro para *M. calvescens* (Figura 5) e julho para *M. prasina* (Figura 5). Frutos maduros estiveram disponíveis de maio a agosto em *M. prasina*, e de agosto a dezembro em *M. calvescens* (Figura 4).

Miconia calvescens apresentou alta sincronia populacional durante todo o ano (índice de atividade > 60%), havendo baixa sobreposição entre as fenofases. É possível notar que à medida que a produção de frutos verdes aumenta, o número de botões e flores diminui (Figura 5a). Já em *M. prasina*, há uma maior coexistência entre as fenofases, apesar de se notar uma diminuição no número de frutos verdes à medida que aumenta o número de frutos maduros.

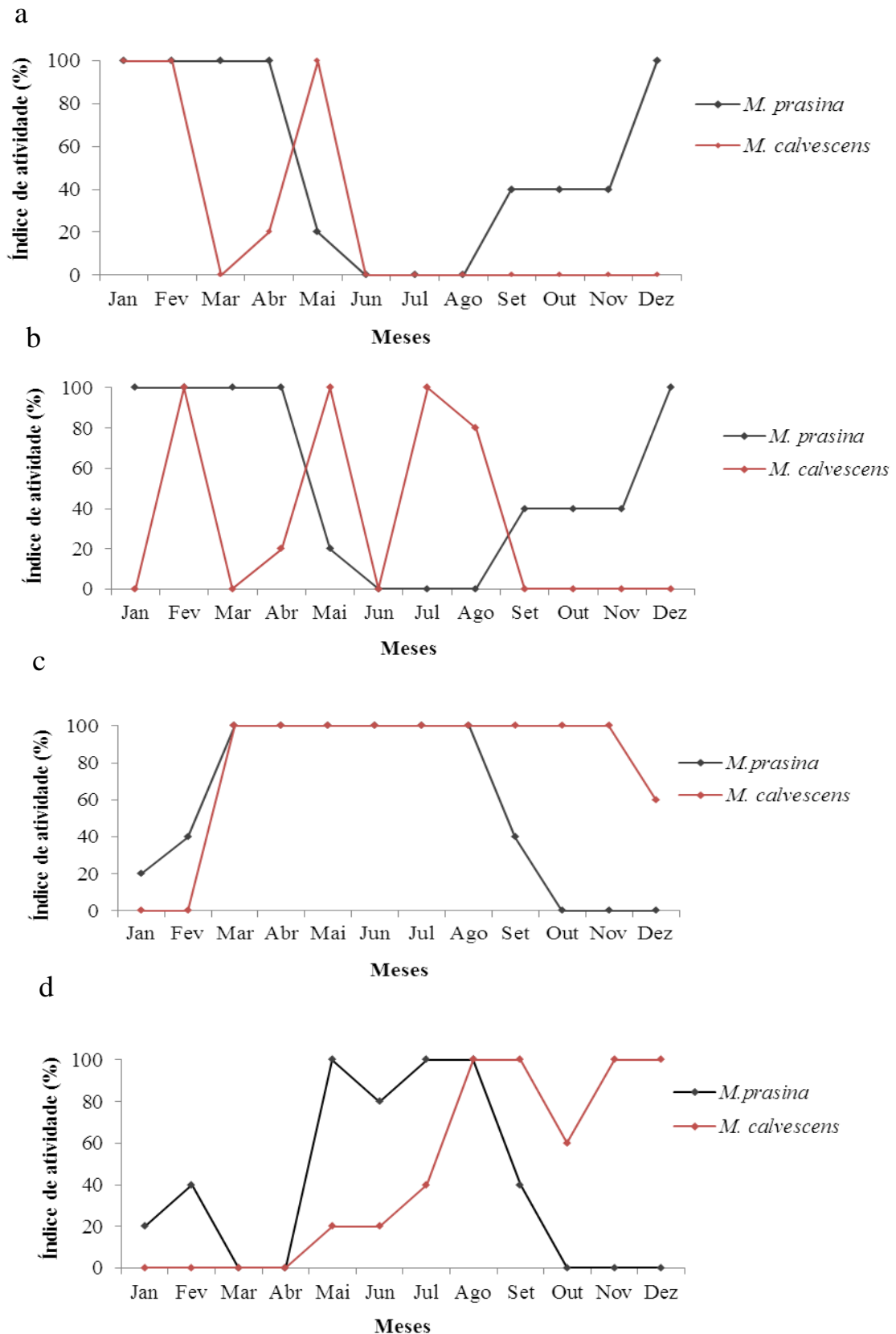


Figura 4 Índice de atividade representado pelo percentual de indivíduos de *Miconia prasina* e *Miconia calvescens* nas seguintes fenofases ao longo de 2014: “botão” (a), “flor” (b), “frutos verdes” (c), “frutos maduros” (d).

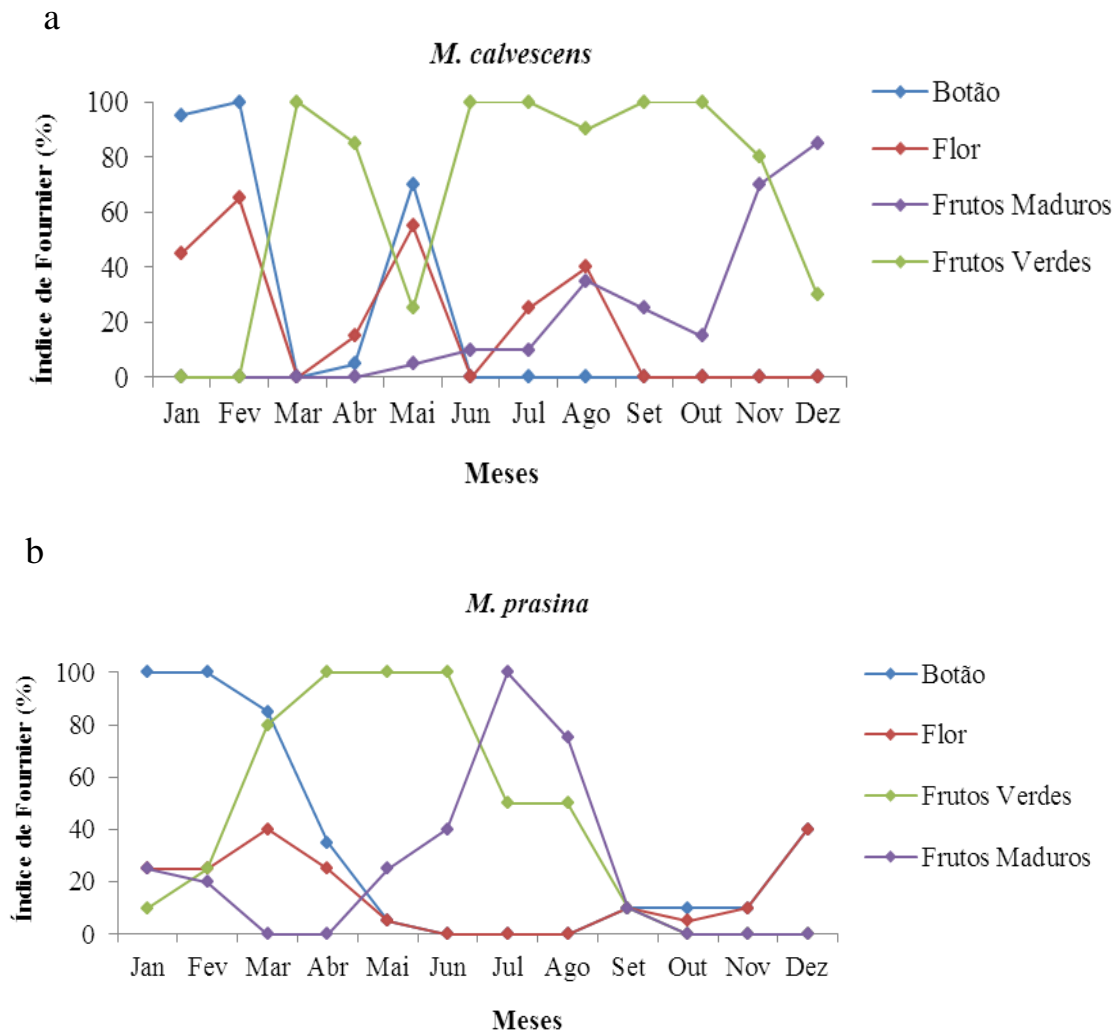


Figura 5 Índice de Fournier representado pela porcentagem de intensidade de cada fenofase ao longo de 2014 para *Miconia calvenscens* (a) e *Miconia prasina* (b).

A oferta de frutos entre as duas espécies variou significativamente ($t = -5,85$; $p < 0,001$). *Miconia calvenscens* teve em média $\pm dp$ 91 ± 33 infrutescências por indivíduo, enquanto que *M. prasina* teve uma média $\pm dp$ de 270 ± 50 infrutescências por indivíduo, o que leva a oferta de frutos por *M. prasina* ser quase três vezes maior.

Os níveis de precipitação de 2014 em Angra dos Reis, onde se localiza a área de estudo, foram baixos quando comparados às médias dos últimos dez anos para essa região (Figura 6). É possível perceber que houve uma queda acentuada na precipitação *M. calvenscens* em janeiro e fevereiro deste ano (meses que antecederam o aborto de botões florais em), proporcionando um período de seca durante a estação chuvosa.

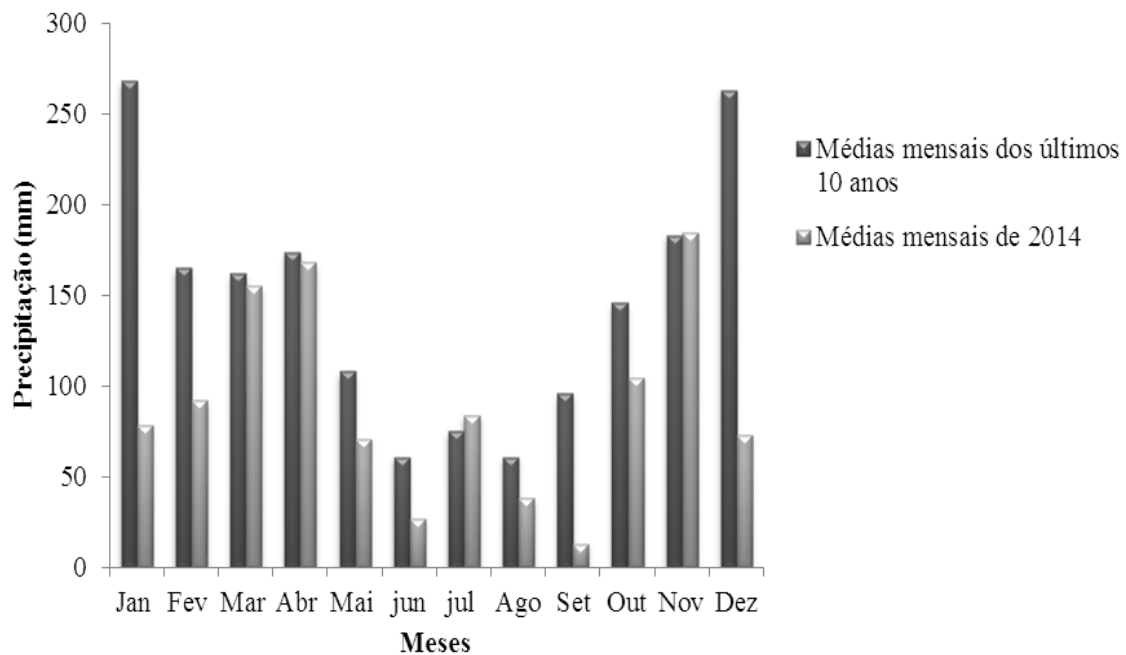


Figura 6. Médias mensais de precipitação no município de Angra dos Reis para os últimos 10 anos e para o ano de 2014. Fonte: COPPES / DIGAT/ INEA/INMET.

1.5 DISCUSSÃO

Nos trabalhos realizados em florestas tropicais, observa-se que os eventos fenológicos de espécies arbóreas são, em sua maioria, sazonais. Entretanto, os padrões fenológicos estão sujeitos a vários fatores internos ou externos que podem caracterizá-los (Bencke & Morellato, 2002). Borchert (1980) pressupõe que padrões de reprodução e crescimento em espécies tropicais são determinados primariamente por processos periódicos endógenos, e só secundariamente como adaptação às mudanças ambientais. Em ambientes sazonais, o período de frutificação tem sido relacionado a épocas favoráveis à dispersão de sementes (Hamann 2004, Du et al 2009). Como consequência de um mesmo período favorável à reprodução de várias espécies, há uma tendência à sincronização nos períodos de frutificação (Hamann 2004).

Entretanto, os resultados do presente trabalho mostram que os períodos de oferta de frutos maduros entre as espécies estudadas não se sobrepõe, ou seja, não foi observada uma sincronia no período de frutificação dessas espécies. Estudo de Snow (1965) sugere que espécies simpátricas do gênero *Miconia* têm fenologia sequencial, o que garante a oferta de frutos o ano todo, fazendo com que as espécies do gênero sejam consideradas espécies chave para a manutenção de população de frugívoros (Hilty, 1980). A assincronia na produção de

frutos maduros pode trazer benefícios mútuos para as espécies de *Miconia*, pois além de reduzir a competição entre congêneres por dispersores de sementes, a oferta de frutos maduros por uma espécie reduz o consumo de frutos verdes na outra, diminuindo o impacto negativo de consumir sementes que não estão prontas para germinar (Wheelwright, 1985). O mesmo padrão fenológico foi encontrado para este gênero por Poulin et al. (1999) e Maruyama et al. (2013). A assincronia foi ainda mais evidente nos períodos de floração. A assincronia interespecífica na floração poderia ser favorecida a fim de evitar a competição por polinizadores, espalhando os picos de floração em direção a uma distribuição uniforme ao longo do tempo e favorecendo a produção de frutos (Stiles, 1979).

A produção de frutos verdes por *M. calvescens* teve início em janeiro, mas os frutos foram abortados, havendo uma queda brusca na produção a partir de março. O estresse hídrico é um fator limitante para a frutificação (Reys et al. 2005), e os baixos níveis de precipitação observados no início do ano podem ter influenciado a produção de frutos nessa espécie. A produção de frutos verdes por *M. prasina* parece não ter sido afetada pela seca, uma vez que os níveis de intensidade para essa fenofase tiveram um aumento progressivo. Entretanto, é possível notar que a intensidade da produção de frutos maduros caiu a partir de fevereiro, e só aumentou a partir de abril, período que coincidiu com o aumento dos níveis de precipitação.

Em um estudo realizado por Borges (2010) com cinco espécies de *Miconia*, foi possível observar que os níveis de precipitação tiveram influência na produção de frutos verdes, sendo que para *M. chamissois* e *M. ibaguensis* a precipitação teve maior influência nos meses anteriores à produção de frutos verdes, e para *M. theaezans*, *M. affinis* e *M. albicans* a influência foi maior nos meses em que ocorria a produção de frutos verdes. Esse estudo mostra que a pluviosidade pode ser um fator determinante para a frutificação em espécies de *Miconia*, sendo possível que, para *M. calvescens* investigada no presente estudo, a produção de frutos possa ser afetada pelos baixos índices pluviométricos nos meses anteriores à produção de frutos maduros.

Possivelmente, a influência dos níveis de precipitação para as duas espécies de plantas estudadas esteja associada à necessidade hídrica para o desenvolvimento e composição do fruto uma vez que estes são compostos majoritariamente por água, chegando a percentuais de até 80% (Maruyama et al. 2013). A precipitação é o principal fator responsável pelas variações nos períodos de frutificação (Chapman et al. 2005), mas não é o único. A influência conjunta de precipitação e temperatura na ocorrência das fenofases é maior do que a influência de cada fator individualmente (Ferraz et al. 1999).

Miconia calvescens apresentou alta sincronia populacional durante todo o ano. O mesmo padrão foi observado por Meyer (1998) para essa espécie em estudo realizado no Taiti. Essa estratégia de manifestação sincrônica das fenofases pode aumentar a atratividade de polinizadores e dispersores (Gentry 1974). Por outro lado, não é possível notar a mesma sincronia em *M. prasina*, sendo que as fenofases se sobrepõem. Portanto, *M. prasina* utiliza uma estratégia distinta, manifestando todas as fenofases em um longo período, o que faz com que flores e frutos fiquem disponíveis por mais tempo, o que pode garantir a visitação de polinizadores e dispersores em algum momento (Hilty 1980). Esse longo período de frutificação e maturação heterogênea também foi observado em outros estudos com *M. prasina* (Barnea et al, 1992; Galetti & Stotz, 1996, Poulin et al, 1999, Antonini & Nunes-Freitas, 2004; Borges, 2010).

1.6 CONCLUSÃO

As espécies de *Miconia* estudadas apresentaram fenologia similar à encontrada por outros pesquisadores em outros ambientes, frutificando assincronicamente entre si. Dessa forma oferecem recursos o ano todo e, portanto, podem estar presentes na dieta de muitas espécies de aves. Os níveis de precipitação parecem ter influência principalmente na formação dos frutos de *Miconia*, mas ainda é necessário que seja investigado o quanto esse e outros fatores abióticos podem afetar os padrões fenológicos das espécies desse gênero.

1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONINI, R.D. & NUNES-FREITAS, A.F. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* D.C. (Melastomataceae) em duas áreas de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ, Sudeste do Brasil. *Acta Botânica Brasilica*. 18(3): 671-676. 2004.

ARROYO, M.T.K., ARMESTO, J.J. & VILLAGRÁN, C.. Plant phenological patterns in the high Andean cordillera of central Chile. *Journal of Ecology* 69:205-223. 1981

BARNEA, A.; YOM-TOV, Y. & FRIEDMAN, J. Effect of frugivorous birds on seed dispersal and germination of multi-seeded fruits. *Acta Ecologica* 13(2): 209-219. 1992.

BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(2) 237-248. 2002.

- BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana*. *Ecology* 65(5): 1065-1074. 1980.
- BORGES, M.R. *Oferta de frutos e frugivoria por aves, em espécies do gênero Miconia Ruiz & Pav. (Melastomataceae) em duas áreas do Cerrado*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado. 2010
- CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J.; WANGHAM, R.; HUNT, K. ; GEBO, D. & GARDNER, L. Estimators of Fruit Abundance of Tropical Trees. *Biotropica* Vol. 24, No. 4 pp. 527-531. 1992.
- DAVIES, S.J.; ASHTON, P.S. Phenology and fecundity in 11 sympatric pioneer species of *Macaranga* (Euphorbiaceae) in Borneo. *American Journal of Botany*, v.86, n.12, p.1786-1795. 1999.
- DU, Y; MI, X. LIU, X; CHEN, L. & MA, K. Seed dispersal phenology and dispersal syndromes in a subtropical broad-leaved forest of China. *Forest Ecology and Management* 258:1147-1152. 2009.
- FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 1(1): 78-91. 1998.
- FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W. & MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 59(2):305-317. 1999.
- FRANKIE, G.W. ; BAKER, H.G. & OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-913. 1974.
- FLEMING, T.H. Fruiting plant-frugivore mutualism: The evolutionary theater and the ecological play. In: PRICE, P; LEWINSOHN, G. W. e BENSON, W. W. *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions* (eds), New York: John Wiley, 1991.
- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*, 24: 422-423. 1974.
- GALETTI, M; STOTZ, D. *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie chave para aves frugívoras no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 56(2): 435-439. 1996.
- GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6:64-68. 1974.
- HAMANN, A. Flowering and fruiting phenology of a Philippine submontane rain forest: Climatic factors as proximate and ultimate causes. *Journal of Ecology* 92:24-31. 2004.
- HILTY, S.L. Flowering and fruiting periodicity in a Premontane Rain Forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12:292-306. 1980.

- HOWE, H. F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematic* 13: 201-228. 1982.
- JANZEN, D.H. When is it coevolution? *Evolution* 34: 611-612. 1980.
- JORDANO, P. Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: a comparative analysis of adaptation and constraints in plant animal interactions. *The American Naturalists* 145: 163-191. 1995.
- KESSELER-RIOS, M.M. & KATTAN, G. H. Fruits of Melastomataceae: phenology in Andean forest and role as a food resource for birds. *Journal of Tropical Ecology* 28:11-21. 2012.
- LONGMAN, K.A. & JENIK, J.. Tropical forest and its environment. *Longman Scientific Technical*, New York. 1987.
- MARQUES, M.C.M.; ROPER, J.J.; SALVALAGGIO, A.P.B. Phenological patterns among plant life forms in a Subtropical Forest in Southern Brazil. *Plant Ecology*, v.173, p.203-213. 2004.
- MARUYAMA, PK.; ALVES-SILVA, E.; MELO, C. Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitocóricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, p. 672-674. 2007.
- MEAGHER, T.R.; DELDH, L.F. Individual flower demography, floral phenology and floral display size in *Silene latifolia*. *Evolutionary Ecology Research*, v.3, p.845-860. 2001.
- MEYER, J. Y. Observations on the Reproductive Biology of *Miconia calvescens* DC (Melastomataceae), an Alien invasive Tree on the Island of Tahiti (South Pacific Ocean). *Biotropica*, França, v. 30, n. 4, p. 609 – 624. 1998.
- MICHALSKI, I.S.G.; DURKA W. Synchronous pulsed flowering: analysis of the flowering phenology in *Juncus* (Juncaceae) *Annals of Botany*, v.100, p.1271-1285. 2007.
- MORELLATO, L.P.C., RODRIGUES, R.R., LEITÃO-FILHO, H.F. & JOLY, C.A. Estudo comparativo de espécies arbóreas de Floresta de Altitude e Floresta Mesófila Semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98. 1989.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. 112-140. In: L. P. C. Morellato (Org.), *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp, Campinas. 1992.
- NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2): 141-159. 1994.
- NOMA, N. & YUMOTO, T. Fruiting phenology of animal-dispersed plants in response to winter migration of frugivores in a warm temperate Forest on Yakushima Island, Japan. *Ecological Research* 12:119-129. 1997.

- POULIN, B.; WRIGHT, S.J.; LEFEBVRE, G. & CALDERÓN, O. Inter-specific synchrony and asynchrony in the fruiting phenologies of congeneric bird-dispersed plants in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 15: 213-227. 1999.
- REICH, P.B. & BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72:61-74. 1984.
- REYS, P.; GALETTI, M. MORELLATO, L.P.C. & SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato grosso do sul. *Biota Neotropica* 5(2). 2005.
- RIVERA, G. & BORCHERT, R. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology* 21:201-212. 2001.
- SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in Tropical Forests. *Oikos* 15: 274-281. 1965.
- SNOW, D.W. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis* 113: 194-202. 1971.
- SNOW, D. H. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* v. 13, p.1 – 4, 1981.
- STILES, F. G. Regularity, randomness, and aggregation in flowering phenologies. *Science*, 203: 471. 1979.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23(1): 13-26. 2000.
- WHEELWRIGHT, N.T. Competition for dispersers and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. *Oikos* 44:465-477. 1985.
- WRIGHT, S.J. & VAN SCHAIK, C.P. Light and the phenology of tropical trees. *The American Naturalist* 143:193-199. 1994.

Capítulo 2

Influência do teor de carboidratos dos frutos na composição e frequência de visitação da assembleia de aves consumidoras de frutos de *Miconia calvescens* e *M. prasina* (Melastomataceae).

2.1 INTRODUÇÃO

A retirada das sementes das proximidades da planta mãe aumenta as chances de sucesso na germinação, já que esses são locais sujeitos à intensa predação (Howe & Smallwood 1982, Howe 1984). O papel dos dispersores de sementes torna-se, portanto, fundamental tanto para o sucesso individual de plantas, como para a dinâmica das populações e das comunidades vegetais (Schupp 1993). Aproximadamente um terço das espécies de aves de ambientes tropicais são frugívoras, sendo, portanto, importantes vetores de dispersão (Snow 1981). A eficiência como dispersor de sementes varia entre as espécies (Snow 1981). Dentre os fatores que podem influenciar a eficácia do processo estão o número de visitas à planta, o número de sementes dispersas por visita, a qualidade do tratamento dado à semente, bem como a qualidade da deposição destas sementes (Schupp 1993).

Os fatores que direcionam a seleção de frutos pelas aves são complexos, e ainda não têm sido bem identificados. Alguns desses fatores incluem tamanho do fruto (Wheelwright 1985), disponibilidade (Snow 1971, Howe & Estabrook 1977), detectabilidade (Stiles 1980), coloração (Willson & Thompson 1982) e número de sementes (Wheelwright 1985). Além disso, muitos estudos têm mostrado que a composição nutricional dos frutos também tem grande influência neste aspecto (Snow 1971; Stiles 1980; Herrera 1982b; Snow & Snow 1988; Martinez del Rio *et al.* 1988). Para os frugívoros é importante a habilidade de detectar diferenças na quantidade de nutrientes presentes nos frutos porque níveis muito baixos de proteínas podem ser limitantes para eles (Witmer 1998; Bosque & Pacheco 2000).

Poucas espécies de animais têm uma dieta especializada em frutos. Os níveis de proteínas presentes nos frutos geralmente não são suficientes para mantê-los (Foster 1978, Witmer 2001). Além disso, uma dieta essencialmente frugívora para ninhegos retarda o crescimento dos mesmos (Morton 1973). Insetos em geral têm maior teor de proteínas que frutos (Jordano 1992). Moermond & Denslow (1985) constataram que durante a reprodução e a muda, a ingestão de insetos pode aumentar em algumas espécies, a ponto de a reprodução ser sincronizada com a época de maior abundância desse recurso ou com a época de maior oferta de frutos nutricionalmente ricos.

Espécies de aves essencialmente frugívoras ou que incluem frutos em sua dieta com frequência tendem a preferir aqueles que apresentam altos níveis de lipídeos (Stiles 1993).

Lipídeos são compostos com alto valor nutricional, apresentando níveis calóricos maiores que proteínas e carboidratos (Schaefer et al. 2002). Entretanto, algumas espécies de aves preferem frutos ricos em açúcares. *Turdus migratorius*, por exemplo, passa a incluir mais frutos ricos em lipídeos em sua dieta somente com a chegada do outono na região temperada (Lepczyk et al. 2000). Gomes (2006) mostrou que *Zonotrichia capensis* prefere frutos com maior concentração de açúcares na polpa, corroborando vários estudos que afirmam que traupídeos tendem a preferir frutos ricos em açúcares (Moermond & Denslow 1985, Moermond et al. 1986; Levey 1987).

Alguns estudos mostraram a habilidade que certas aves têm de discriminar níveis de nutrientes presentes na polpa de frutos (Murphy & King 1987, 1989; Lotz & Nicholson 1996; Blem et al. 2000, Schaefer et al., 2003). Schaefer et al. (2001) constataram que os traupídeos conseguem discriminar diferenças de 1% em níveis de açúcar. Com base em estudos realizados com nectarívoros, tem sido hipotetizado que aves, em geral, preferem hexoses (i.e. glicose, frutose e galactose) em vez de sacarose devido à sua assimilação mais rápida (Martinez del Rio & Karasov 1990). Hexoses são os açúcares dominantes na maioria dos frutos dispersos por aves (Martinez del Rio et al. 1992; Baker et al. 1998). A ausência de sacarase na membrana intestinal de algumas espécies de aves também pode explicar a preferência pelas hexoses (Martinez del Rio et al. 1988, 1992; Martinez del Rio & Stevens 1989; Brugger 1992; Malcarney et al. 1994). A composição nutricional dos frutos varia (Herrera 1987; Baker et al. 1998, Stiles 1980, Wheelwright et al. 1984), portanto, é importante que se determinem as habilidades discriminatórias de diferentes nutrientes por parte das aves para que os mecanismos que direcionam a seleção de frutos por aves sejam melhor compreendidos, já que a composição nutricional dos frutos parece ser um fator determinante.

2.2 OBJETIVOS

Para o presente capítulo os objetivos foram determinar a assembleia de aves consumidoras de frutos de *Miconia calvescens* e *Miconia prasina* e avaliar qual dessas espécies possui frutos com maior teor de carboidratos, tendo em vista que os frutos de *Miconia* são compostos majoritariamente de água e açúcares, sendo mínima a quantidade de lipídeos e proteínas (Gomes, 2006; Maruyama et al., 2007). Além disso, no presente capítulo buscou-se investigar se há correlação entre o valor nutricional da polpa dos frutos e a riqueza da assembleia de aves, assim como sua frequência de visitação, além de avaliar se a produção

de carboidratos nos frutos e varia ao longo do dia e se o pico de atividade das aves coincide com a produção máxima de carboidratos pelos frutos.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

Ao longo de um trecho de borda de mata secundária, foram escolhidos cinco indivíduos de cada espécie vegetal, marcados com fita plástica e identificados com etiqueta metálica. Os indivíduos se encontravam a uma distância mínima de 200m. Foram realizadas visitas mensais de janeiro a novembro de 2014 para determinar a composição da guilda de aves consumidoras de frutos de *Miconia calvescens* e *M. prasina*. A partir do momento em que as espécies vegetais apresentavam frutos maduros, foram feitas observações focais dessas plantas, por meio de binóculos (8×40), iniciando as 06:00h e finalizando as 18:00h, com 30 minutos de observação e 30 minutos de intervalo totalizando 144 horas de observação para cada espécie. Os registros foram feitos a uma distância mínima de 10m, de forma a minimizar interferência na atividade das aves. Um indivíduo foi observado por dia de campo. Foi registrado o momento de chegada de cada ave, o tempo de sua permanência (calculado do intervalo entre a chegada da ave à planta e sua saída), a espécie de ave e o sexo (por dimorfismo sexual), quando possível. As aves foram identificadas por literatura especializada (Alves & Vecchi, 2009; Sigrist, 2013) e com auxílio de registros fotográficos. Foi considerada como “visita” aquela em que a ave esteve presente na planta e consumiu pelo menos um fruto.

O grau de similaridade entre as guildas de visitantes de *M. calvescens* e *M. prasina* foi calculado através do índice de similaridade de Jaccard (C_j), como descrito em Magurran (1988):

$$C_j = \frac{j}{a+b-j}$$

Onde “j” é o número de espécies visitantes comuns às duas plantas, “a” é o número de espécies visitantes da planta “A” e “b” é o número de espécies de visitantes da planta “B”. O valor máximo do coeficiente ($C_j = 1$) indica similaridade total, e o valor mínimo ($C_j = 0$) indica ausência de similaridade, sem espécies em comum.

Para as análises químicas, foram amostrados frutos verdes e maduros. Para investigar se existe variação na produção de nutrientes pelos frutos ao longo do dia, em cada indivíduo de planta amostrado, foram coletados 10 frutos a cada quatro horas (06:00h, 10:00h, 14:00h e

18:00h) e a temperatura no momento de cada coleta foi registrada por meio de um termo higrômetro. Após serem coletados, os frutos foram medidos por meio de paquímetro (precisão 0,1g), a amostra foi pesada por meio de um dinamômetro tipo Pesola (precisão 0,1g), colocados em frascos identificados e em seguida depositados em isopor com gelo até que pudessem ser colocados no freezer. Os frutos congelados foram liofilizados para que fossem mantidas suas propriedades nutricionais. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Ecológica (LAFIECO), coordenado pelo Dr. Marcos Buckeridge, da Universidade de São Paulo. Os detalhes das análises químicas estão no anexo I.

Análise de dados

Utilizando-se dos valores de altura e largura, foi calculado o diâmetro médio dos frutos das duas espécies para testar possíveis diferenças no tamanho dos frutos por meio do teste t-Student (Zar, 1999). O mesmo teste também foi utilizado para avaliar possíveis diferenças entre os teores de glicose, frutose, sacarose, estaquiose e amido entre *Miconia calvescens* e *M. prasina*. Diferenças nos teores de carboidratos entre frutos verdes e maduros de uma mesma espécie foram avaliadas com a utilização de one way ANOVA. Foi realizado o teste de Tukey como análise *a posteriori*. Também por meio de ANOVA foi avaliado se as aves selecionavam horários distintos para forragear, ou seja, se existiam picos de visitação de espécies específicas em horários determinados.

2.4 RESULTADOS

Ao longo do período estudado, *M. prasina* foi visitada por 23 espécies de aves, compreendendo seis famílias (Tabela 1), enquanto *Miconia calvescens* foi visitada por 13 espécies, pertencentes a quatro famílias (Tabela 1). *Lanio cristatus* foi a espécie que realizou o maior número de visitas a frutos de *M. prasina* (N= 22; 15,71%), seguida por *Ramphocelus bresilius* (N=17; 12,14%) (Tabela 1). Já para *M. calvescens*, *Ramphocelus bresilius* foi a espécie com maior frequência de visitação (N= 22; 22,22%), seguida de *Turdus leucomelas* (N=17; 17,17%) (Tabela 1).

As visitas aos frutos de *M. prasina* ocorreram mais homoganeamente entre as diferentes espécies de aves, diferentemente de *M. calvescens*. Enquanto as três principais espécies visitantes de *M. calvescens* (*R. bresilius*, *T. leucomelas* e *L. melanops*) somaram mais de 50% do total de visitas, esse valor ficou diluído entre as cinco principais espécies

visitantes de *M. prasina* (*L. cristatus*, *R. bresilius*, *T. palmarum*, *T. rufiventris* e *C. caudata*) (Figura 7). Embora tenha ocorrido essas diferenças entre as duas espécies de plantas quanto ao consumo de frutos por aves, *R. bresilius* se destacou como uma das principais espécies visitantes comuns a *M. calvescens* e *M. prasina*.

A maior frequência de visitação ocorreu em julho para *M. prasina* (Figura 8), e em novembro para *M. calvescens*, porém em menor intensidade (Figura 8). Em *M. prasina*, houve um aumento progressivo no número de espécies visitantes ao longo dos meses, sendo que a maior riqueza foi observada em julho (Figura 9). Em *M. calvescens*, o número de espécies em agosto e novembro foi semelhante, havendo uma queda na riqueza em setembro (Figura 9). O grau de similaridade na composição das guildas de visitantes entre as duas espécies de plantas foi moderado ($C_j = 52\%$), sendo que muitas espécies de aves são comuns a ambas as espécies vegetais amostradas.

A frequência de visitação das aves, por intervalo de tempo, foi similar para *M. calvescens* e *M. prasina*; entretanto, a frequência absoluta de visitas por aves em *M. prasina* foi maior (Figura 10). A atividade de consumo de frutos foi maior entre 10:00h e 12:00h, havendo uma queda a partir das 12:00h, com aumento da intensidade, embora de menor que o anterior, entre 15 e 17:00h (Figura 10). Não houve diferença significativa nas visitas de cada espécie de ave entre os períodos observados ($F=0,90$; $p=0,58$), ou seja, não houve espécies com horário de atividade diferenciado em termos de taxa de visitação total. Não houve diferença no tempo de permanência na planta entre machos e fêmeas por ocasião do consumo de frutos. As visitas tiveram duração média de um minuto (Tabela 2).

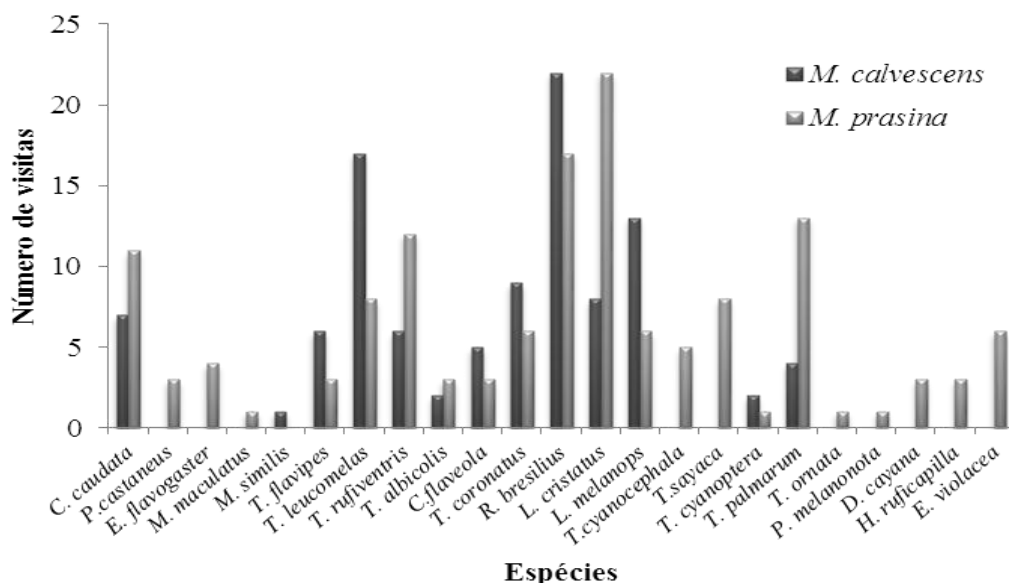


Figura 7 Número de visitas por espécie de ave em *Miconia calvescens* e *Miconia prasina* em área de Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. Os nomes completos das espécies de aves se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Espécies de aves visitantes de *Miconia calvescens* e *Miconia prasina* e suas frequências de visitação absoluta e relativa (percentual entre parênteses). Ordem sistemática e nome popular de acordo com o CBRO (2014).

Família/Espécie	Nome popular	<i>M. calvescens</i>	<i>M. prasina</i>
Pipridae			
<i>Chiroxiphia caudata</i>	Tangará	7(7,07)	11(7,85)
Tityridae			
<i>Pachyrampus castaneus</i>	Caneleiro	-	3(2,14)
Tyrannidae			
<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava-de-barriga-amarela	-	4(2,85)
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado	-	1(0,71)
<i>Myiozetetes similis</i>	Bentevizinho-de-penacho-vermelho	1(1,01)	-
Turdidae			
<i>Turdus flavipes</i>	Sabiá-una	6(6,06)	3(2,14)
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco	17(17,17)	8(5,71)
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	6(6,06)	12(8,57)
<i>Turdus albicollis</i>	Sabiá-coleira	2(2,02)	3(2,14)
Thraupidae			
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	5(5,05)	3(2,14)
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto	9(9,09)	6(4,28)
<i>Ramphocelus bresilius</i>	Tiê-sangue	22(22,22)	17(12,14)
<i>Lanio cristatus</i>	Tiê-galo	8(8,08)	22(15,71)
<i>Lanio melanops</i>	Tiê-de-topete	13(13,13)	6(4,28)
<i>Tangara cyanocephala</i>	Saíra-militar	-	5(3,57)
<i>Tangara sayaca</i>	Sanhaçu-cinzento	-	8(5,71)
<i>Tangara cyanoptera</i>	Sanhaçu-de-encontro-azul	2(2,02)	1(0,71)
<i>Tangara palmarum</i>	Sanhaçu-de-coqueiro	4(4,04)	13(9,28)
<i>Tangara ornata</i>	Sanhaçu-de-encontro-amarelo	-	1(0,71)
<i>Pipraeidea melanonota</i>	Saíra-viúva	-	1(0,71)
<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	-	3(2,14)
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	Saíra-ferrugem	-	3(2,14)
Fringillidae			
<i>Euphonia violacea</i>	Gaturamo-verdadeiro	-	6(4,28)
Total		99	140

Tabela 2. Média de tempo de permanência das aves em *Miconia prasina* e *Miconia calvenscens* à cada visita. Seg = segundos e dp = desvio padrão.

Espécies	Média do tempo de permanência (Seg ± dp)	Média do tempo de permanência (Seg ± dp)
	<i>M. prasina</i>	<i>M. calvenscens</i>
<i>Lanio cristatus</i>	60,9 ± 0,73	61,4 ± 0,69
<i>Myiodynastes maculatus</i>	60,9 ± 0,87	---
<i>Elaenia. flavogaster</i>	61,3 ± 0,82	---
<i>Chiroxiphia caudata</i>	61,1 ± 0,87	59,4 ± 0,71
<i>Turdus rufiventris</i>	60,9 ± 0,73	61,8 ± 0,82
<i>Tangara sayaca</i>	60,8 ± 0,78	---
<i>Ranphocelus bresilius</i>	61,8 ± 0,76	62,3 ± 0,69
<i>Tangara cyanoptera</i>	59,9 ± 0,87	60,4 ± 0,63
<i>Lanio melanops</i>	61,0 ± 0,81	62,4 ± 0,76
<i>Pipraeidea melanonota</i>	61,2 ± 0,87	---
<i>Turdus leucomelas</i>	62,1 ± 0,81	63,5 ± 0,71
<i>Tangara palmarum</i>	56,7 ± 0,82	58,3 ± 0,59
<i>Tachiphonus coronatus</i>	60,6 ± 0,69	61,4 ± 0,70
<i>Euphonia violacea</i>	60,5 ± 0,83	---
<i>Tangara cyanocephala</i>	61,8 ± 0,79	---
<i>Pachyramphus castaneus</i>	58,8 ± 0,78	---
<i>Tangara ornata</i>	61,4 ± 0,73	---
<i>Dacnis. cayana</i>	57,5 ± 0,52	---
<i>Coereba. flaveola</i>	60,9 ± 0,99	60,4 ± 0,87
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	61,1 ± 0,74	---
<i>Turdus flavipes</i>	59,7 ± 0,78	61,8 ± 0,69
<i>Turdus albicollis</i>	61,0 ± 0,66	60,6 ± 0,77

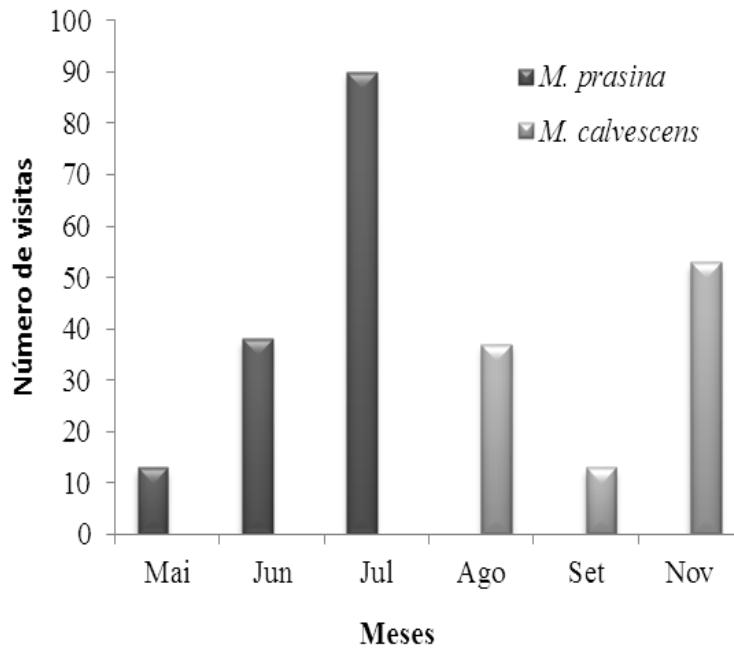


Figura 8 Número de visitas de espécies de aves a frutos de *Miconia prasina* e *Miconia calvescens* por mês em área de Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ.

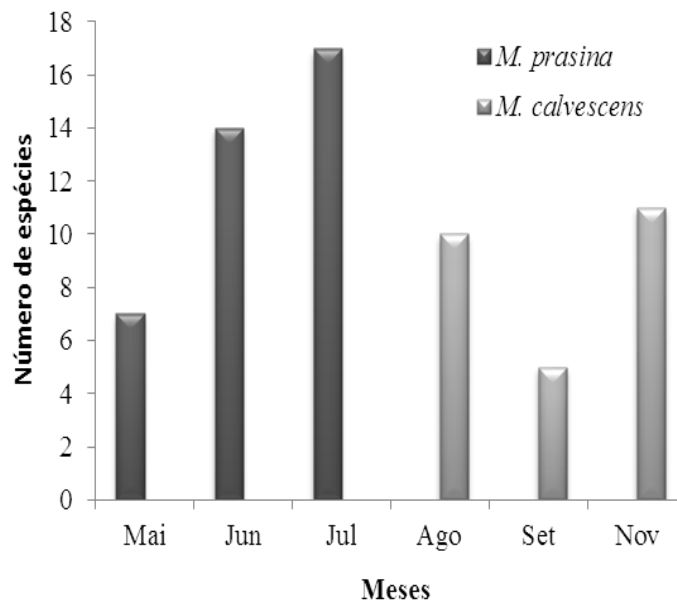


Figura 9 Número de espécies de aves visitantes a *Miconia prasina* e *M. calvescens* por mês, em área de Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ.

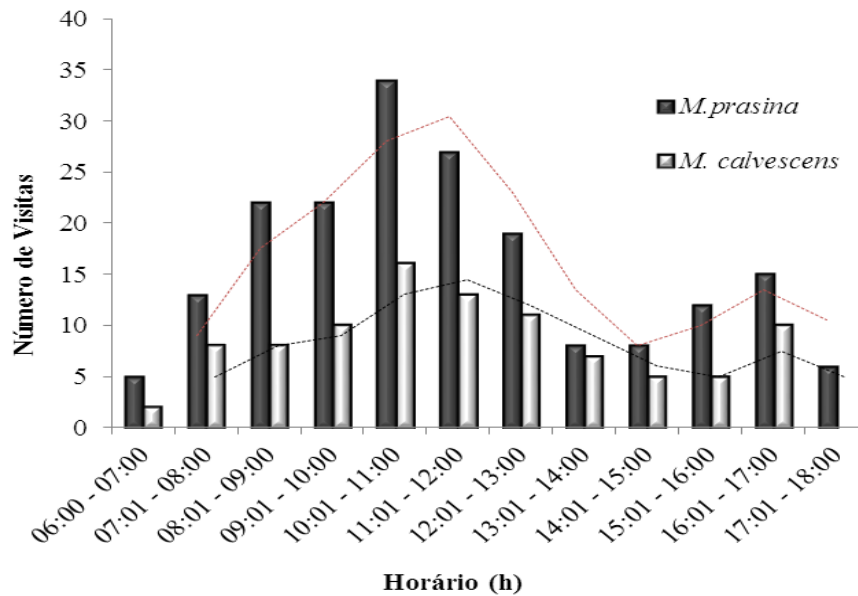


Figura 10 Número total de visitas por aves a *Miconia calvescens* e *M. prasina* por hora de observação. Os pontos representam linhas de tendência.

Houve diferença significativa no tamanho dos frutos das duas espécies (Verdes: $t=12,21$; $gl = 398$; $p < 0,001$; Maduros: $t= 21,67$; $gl = 398$; $p < 0,001$) com os frutos de *M. prasina* sendo ligeiramente maiores (Tabela 3). Não foi observada diferença na produção de açúcares entre os horários (Figuras 2.5, 2.6 e 2.7). Os açúcares mais representativos em termos de quantidade foram glicose, frutose e sacarose. *Miconia prasina* teve mais glicose e frutose, enquanto que *M. calvescens* teve mais sacarose. Glicose: ($t = -11,38$; $gl = 79$; $p < 0,001$); Sacarose: ($t= 13,32$; $gl = 79$; $p < 0,001$); Frutose ($t = -12,36$; $gl = 79$; $p < 0,001$). O conteúdo de amido foi muito pequeno nestes frutos (Figura 14). Foi observada diferença entre frutos verdes e maduros de *M. calvescens* ($f= 243,57$; $p < 0.001$) e também de *M. prasina* ($f= 476,95$; $p < 0,001$), sendo que os maduros possuíram maiores níveis de açúcar (Figuras 2.5, 2.6 e 2.7).

Tabela 3. Média e desvio padrão das medidas de altura e largura de frutos verdes ($n=200$) e maduros ($n=200$) de *Miconia prasina* e *M. calvescens*.

Espécies	Verdes		Maduros	
	Altura (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
<i>M. prasina</i>	4,58 ± 0,23	4,68 ± 0,24	5,55 ± 0,40	6,30 ± 0,54
<i>M. calvescens</i>	4,27 ± 0,44	4,23 ± 0,45	5,07 ± 0,45	5,21 ± 0,46

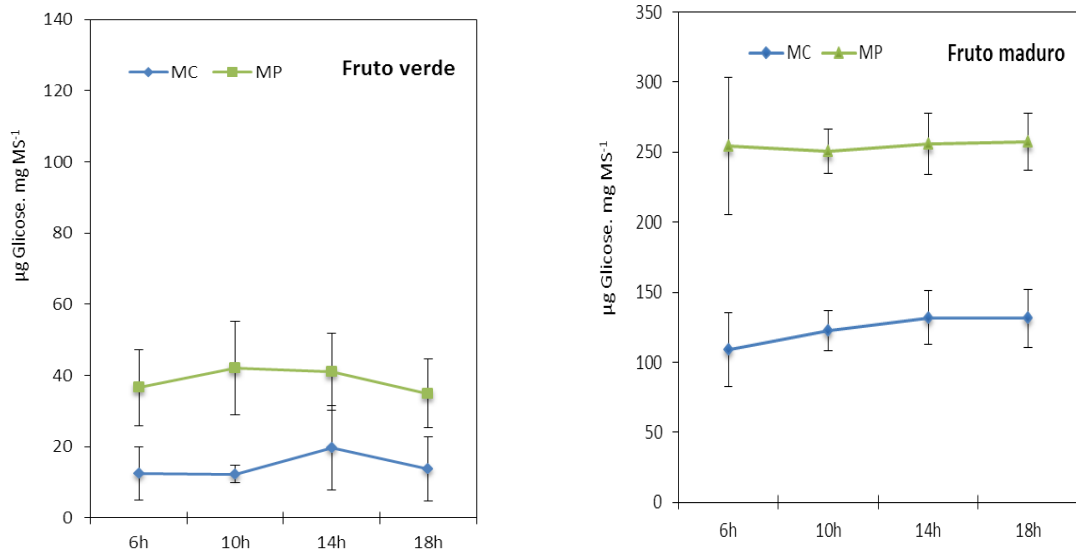


Figura 11 Níveis de glicose ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Os pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.

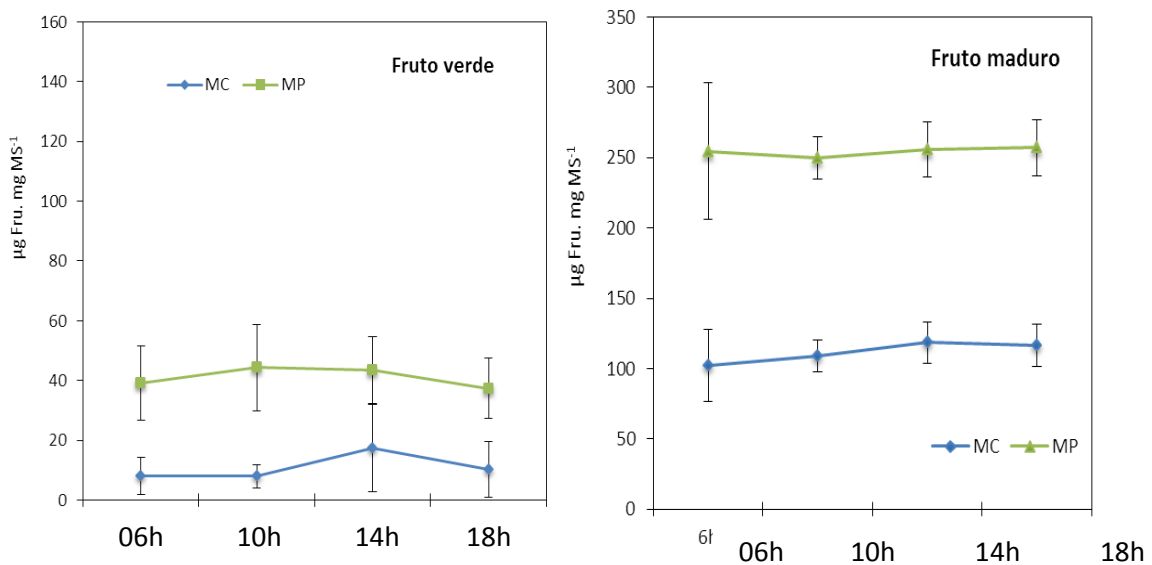


Figura 12 Níveis de frutose ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Os pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.

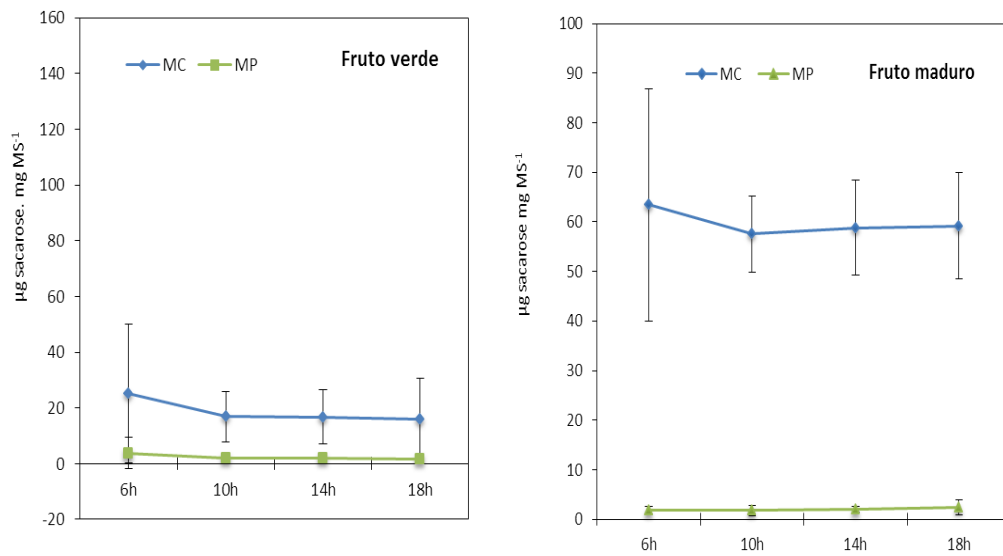


Figura 13 Níveis de sacarose ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.

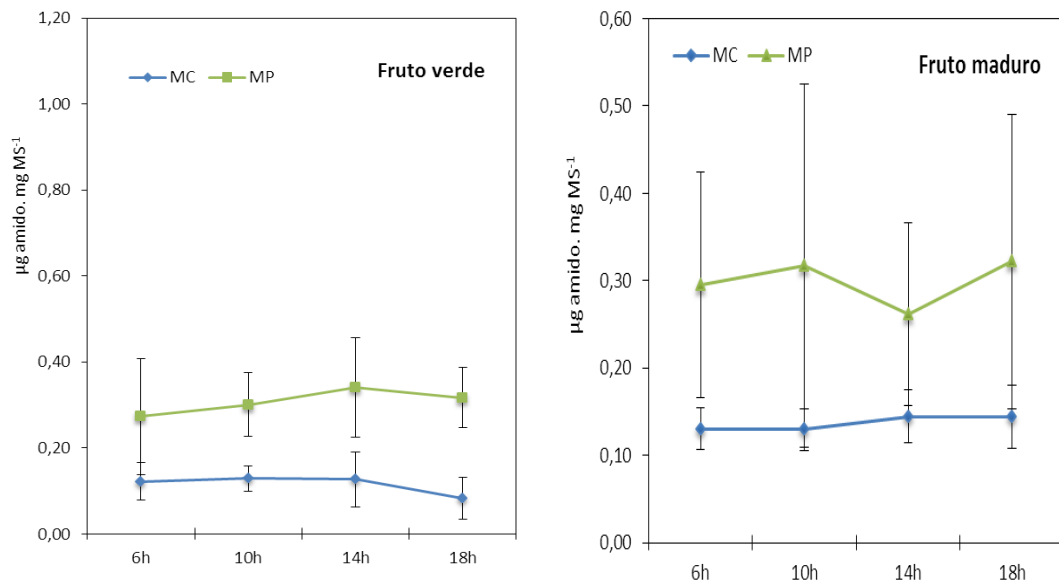


Figura 14 Níveis de amido ($\mu\text{g. mg MS}^{-1}$) de frutos verdes e maduros de *Miconia calvescens* (MC) e *M. prasina* (MP) em quatro diferentes horários ao longo do dia. Pontos na figura representam a média de 10 amostras (\pm desvio padrão) coletadas em dias distintos. MS = massa seca.

DISCUSSÃO

O maior número de espécies de aves que consumiu os frutos das duas plantas pertenceu à família Thraupidae. Os traupídeos são considerados como importantes consumidores de frutos (Sick, 1997; Manhães, 2003) e alguns estudos mostram que frutos de

Melastomataceae estão entre os itens mais consumidos por essas aves (Snow, 1971, Manhães, 2003). Em um estudo feito sobre dieta de traupídeos na Ilha Grande, as sementes de *Miconia* spp. foram o item mais encontrado nas fezes de *Tangara sayaca* (Marques, 2003). Isso pode ocorrer devido à grande quantidade de frutos disponíveis para consumo por um longo período.

Myiodynastes maculatus realizou somente uma visita em *Miconia prasina* no mês de maio, e não foi mais observada na área de estudo nos meses seguintes. Por se tratar de uma espécie migratória, talvez tenha se alimentado dos frutos dessa espécie de planta de forma oportunista ao final de sua estação reprodutiva, quando ainda se encontrava na área de estudo.

Lanio cristatus foi a espécie que apresentou maior número de visitas à *M. prasina*. Essa espécie é onívora, alimentando-se de insetos e frutos de diversas espécies de plantas. Entretanto, sua alta taxa de visitação faz com que ele seja um potencial dispersor de sementes de *M. prasina*, já que faz várias viagens, podendo levar as sementes para locais distantes da planta mãe, favorecendo a germinação das sementes (Howe & Smallwood, 1982). Em um estudo na Ilha da Marambaia, Antonini (2007) constatou que a maior taxa de visitação tanto em *M. prasina* quanto em *M. calvescens* foi realizada por *Ramphocelus bresilius*. No presente trabalho, essa espécie de ave apresentou a segunda maior taxa de visitação para *M. prasina*, e para *M. calvescens* foi a espécie com maior frequência de visitas, corroborando os resultados encontrados por Antonini (2007). Foi possível observar que na maioria das vezes machos e fêmeas de *R. bresilius* faziam visitas simultaneamente.

Julho foi o mês de maior taxa de visitação para *M. prasina* e novembro para *M. calvescens*. Essa alta frequência de visitação pode estar relacionada com a maior oferta de frutos pelas espécies, já que nesses meses ocorreu o pico de produção de frutos maduros, respectivamente, o que pode atrair um maior número de espécies de aves (capítulo 1).

Foi possível observar que frutos verdes de *M. calvescens* e *M. prasina* também contêm açúcares, embora em menor quantidade, quando comparado aos frutos maduros. Já que existem açúcares nos frutos ainda verdes, há possibilidade de as aves se alimentarem deles, já que existe uma recompensa energética. Com base na teoria do forrageamento ótimo foram propostos modelos de escolha de mancha (Chaves & Alves 2010) que pressupõem que as localizações de manchas de recurso são conhecidas, e este reconhecimento é instantâneo por parte dos consumidores (Pyke 1984). Partindo desse raciocínio, é possível supor que presença de açúcares nos frutos verdes seja uma estratégia utilizada pela planta para fazer com que a sua localização seja reconhecida e memorizada, de forma que as aves passem a forragear na mancha em que a espécie de planta se localiza, e no momento que os frutos estiverem maduros, haverá dispersores potenciais acostumados a visitá-la. Entretanto, para que essa

ideia seja aceita é necessário avaliar a presença de compostos secundários nos frutos, que poderiam servir como defesa química das sementes, impedindo as aves de consumi-los.

A riqueza e abundância da guilda de aves visitantes de *M. prasina* foi maior quando comparada a *M. calvescens*. Os níveis de glicose e frutose também foram maiores em *M. prasina* que em *M. calvescens*, embora esta última tenha apresentado maior teor de sacarose quando comparada à *M. prasina*. Alguns estudos sugerem que algumas aves preferem monossacarídeos, como a glicose e a frutose, por serem açúcares de rápida assimilação (Pappenheimer & Reiss 1987). A sacarose, por se tratar de um dissacarídeo necessita ter suas ligações glicosídicas quebradas a fim se obter monossacarídeos passivos de absorção pelo indivíduo, o que gera um gasto energético (Martinez del Rio & Karasov 1990). Dessa forma, é possível supor que o valor nutricional de *M. prasina* tenha influenciado a seleção de frutos pelas aves, já que essa espécie apresentou maior frequência de visitação individual e também maior riqueza de aves na guilda de visitantes. Entretanto, a maior disponibilidade de frutos para *M. prasina* também é um fator que deve ser levado em consideração para explicar uma maior frequência no consumo de frutos por parte das espécies ou a um maior número de espécies consumidoras (Borowicz, 1988; Fadini e Júnior, 2004), o que poderia atuar conjuntamente com a maior disponibilidade de açúcares.

O sucesso reprodutivo de aves migratórias pode ser influenciado pela qualidade nutricional dos alimentos disponíveis nos locais de passagem (Norris et al., 2004). Durante a estação reprodutiva, aves frugívoras aumentam o consumo de insetos, que são ricos em proteínas, e de frutos que tenham maior valor de lipídeos (Moermond & Denslow, 1985; Jordano, 1992; Poulin et al., 1992). Em um trabalho realizado na restinga, Gomes et al. (2010) encontraram que as espécies vegetais mais relevantes para as aves migrantes na estação reprodutiva são aquelas com frutos ricos em lipídeos, já que atendem a alta demanda energética requerida pelas aves nesse período.

Apesar de lipídeos possuírem valores energéticos mais altos, muitos estudos mostram que algumas espécies de aves preferem uma dieta com base em carboidratos. Witmer & Van Soest (1998) realizaram um estudo com *Bombycilla cedrorum*, uma ave passeriforme da família Bombycillidae, e constataram que as aves preferiam frutos ricos em açúcares em vez daqueles ricos em lipídeos. Além disso, eles também observaram que a absorção de carboidratos por essas aves também era muito mais eficiente quando comparada a absorção de lipídeos. Isso se deve à morfologia interna da espécie, que possui uma pequena superfície intestinal, que pode limitar a utilização de nutrientes complexos que são digeridos ou absorvidos mais lentamente (Levey & Duke 1992). Nesse sentido, mesmo que essas aves

consumam lipídeos ou açúcares complexos, o ganho nutricional não será elevado. Dessa forma, é possível supor que açúcares simples como a glicose e a frutose conferem ganho energético rápido e elevado, de forma que algumas aves podem preferir frutos que contenham grandes quantidades desses açúcares e poucos açúcares complexos, como no caso de *M. prasina*.

Martínez del Rio & Karasov (1990) realizaram um estudo com aves frugívoras e nectarívoras para analisar as estratégias digestivas e preferências alimentares de aves. Foi possível observar que as aves preferiram hexoses à sacarose, já que a hidrólise da sacarose é uma etapa limitante na velocidade da absorção de açúcares. O estudo sugere que entender a fisiologia digestiva das aves é fundamental para uma melhor compreensão dos padrões evolutivos de distribuição de açúcar em néctar e polpa de frutos. Em outro estudo realizado com duas famílias de aves Passeriformes, Sturnidae e Muscicapidae, Martinez del Rio & Stevens (1989) mostraram que aves das duas famílias não possuem a enzima sacarase, responsável pela digestão da sacarose, e por esse motivo evitam frutos que contenham altos níveis desse açúcar. Da mesma forma, Brugger e Nelms (1991) constataram que *Turdus migratorius* não possui a enzima sacarase e por isso evitou consumir alimentos ricos em sacarose.

As preferências e características fisiológicas de aves polinizadoras e dispersoras de sementes estão amplamente relacionadas com a composição de açúcar do néctar e do fruto de que elas se alimentam, e parecem ter influenciado a evolução da composição de açúcares que as plantas oferecem como recompensa (Martínez del Rio et al. 1992). Beija-flores preferem sacarose, enquanto que muitas aves Passeriformes frugívoras e nectarívoras preferem glicose e frutose. A preferência por hexoses em Passeriformes parece estar associada à baixa eficiência de assimilação de sacarose, que se deve a dois fatores: ausência da enzima sacarase e rápida passagem de alimento pelo intestino (Martínez del Rio et al. 1992). Os beija-flores têm um sistema digestivo extremamente especializado que os permitem assimilar sacarose com grande eficiência (Nicolson & Fleming 2003), característica pouco comum em Passeriformes (Martínez del Rio et al. 1992). Todas as aves visitantes de ambas as espécies de plantas amostradas no presente estudo, foram Passeriformes e talvez preferiram a espécie que apresenta maiores taxas de glicose e frutose, como no caso de *M. prasina*.

Martinez Del-Rio et al (1988) realizaram um estudo com três aves Passeriformes, *Agelaius phoeniceus*, *Sturnus vulgaris* e *Quiscalus quiscula*. Foi oferecido às aves uma dieta rica em glicose e frutose, e uma dieta rica em sacarose. *Agelaius phoeniceus* e *S. vulgaris* rejeitaram a dieta com altas concentrações de sacarose e aceitaram aquela rica em glicose e

frutose. O contrário ocorreu com *Q. quiscula*, que preferiu a sacarose. Foi constatado que *A.phoeniceus* e *S. vulgaris* não apresentam a enzima sacarase e *Q. quiscula* possuía a enzima. Dessa forma os autores sugerem que a preferência por sacarose está condicionada à presença da enzima no organismo das aves, sendo que aves que não possuem a enzima sacarase tendem a rejeitar alimentos ricos em sacarose.

Plantas polinizadas por beija-flores secretam predominantemente mais néctar rico em sacarose e plantas polinizadas por Passeriformes secretam néctar rico em glicose e frutose (Martínez Del -Rio et al., 1992). Já a polpa dos frutos da maioria das espécies dispersas por aves é composta majoritariamente por hexoses, contendo quantidades pequenas de sacarose (Martínez Del -Rio et al., 1992). Esse fato sugere que aves de forma geral tendem a preferir frutos ricos em glicose e frutose.

Aves frugívoras podem tomar decisões detalhadas em relação à seleção de frutos (Moermond & Denslow 1983). Portanto, a menor variação na composição nutricional pode influenciar quais frutos elas irão preferir (Howe & Vande Kerckhove 1980, Herrera 1981, Jordano 1984; Moermond & Denslow 1985). A rápida remoção dos frutos é vantajosa para as plantas, já que frutos maduros apodrecem rapidamente ou são atacados por insetos (Thompson & Willson 1978, 1979). Dessa forma, a habilidade de detectar variações nutricionais, mesmo que mínimas, nos frutos por parte das aves influencia a remoção dos frutos e conseqüentemente otimiza a dispersão de sementes (Stiles 1980; Herrera 1982b).

Para atender de forma eficiente a seus requerimentos energéticos as aves devem ser capazes de discriminar entre os alimentos, com base em sua recompensa energética e nutricional. A seleção de frutos por aves frugívoras pode ocorrer com base nos níveis de açúcar (Levey, 1987), lipídios e proteínas (Bairlein, 2002). Entretanto, outros fatores como o número de sementes (Levey e Grajal, 1991), metabólitos secundários (Levey, 1987) tamanho dos frutos, disponibilidade (Fadini e Júnior 2004), cor (Faustino e Machado 2006) e distribuição espacial (Moermond e Denslow, 1985) também tem grande relevância e podem influenciar a seleção de frutos, tornando difícil afirmar com clareza qual fator é determinante para a preferência por uma ou outra espécie de planta, já que diferentes espécies de aves reagem de maneira distinta ao mesmo tipo de estímulo.

Em relação ao presente estudo, buscou-se minimizar a influência de outras variáveis que não o valor nutricional na seleção de frutos pelas aves. Por isso, foram escolhidas espécies simpátricas, congêneres, que não produzem metabólitos secundários, de mesma distribuição espacial e com frutos similares em tamanho, forma e cor. Entretanto, a variável disponibilidade não foi isolada, já que *M. prasina* apresenta um número bem maior de

infrutescências (capítulo 1) e conseqüentemente, uma oferta de frutos maior, o que poderia estar atraindo mais aves e resultando na maior riqueza e abundância da guilda de aves visitantes. Uma forma de tentar isolar essa variável à posteriori seria registrar apenas a metade de horas de observação/dia em relação à *M. calvescens*, de forma que ao invés de 144h de observação total *M. prasina* teria apenas 72h. Isso foi feito para *M. prasina*, a qual mesmo assim apresentou um número maior de espécies (n=17) e maior frequência de visitas (n=123) quando comparada à *M. calvescens*, que foi visitada por 13 espécies de aves, contando com 95 visitas no total. Esse resultado sugere que para *M. prasina*, o valor nutricional parece ser um fator relevante para a seleção de frutos pelas aves, que juntamente com a maior disponibilidade de frutos, podem atuar no sentido desta espécie ter um maior potencial para atrair dispersores.

Alguns estudos mostraram que a composição de metabólitos secundários de uma planta pode variar apreciavelmente durante o ciclo dia/noite, tendo sido descritas, por ex., variações circadianas nas concentrações de óleos voláteis (Lopes et al. 1997; Silva et al 1999; Beppu et al 2004; Gobbo-Neto e Lopes 2007). Silva et al (1999) observaram uma variação de mais de 80% na concentração de eugenol no óleo essencial da alfavaca (*Ocimum gratissimum*), o qual atinge um máximo em torno do meio-dia, horário em que é responsável por 98% do óleo essencial, em contraste com uma concentração de 11% em torno de 18h. Se para algumas espécies vegetais existe variação na produção de metabólitos secundários ao longo do dia, talvez o mesmo possa ocorrer para a produção de carboidratos. No presente estudo não foi encontrada tal variação, talvez porque as plantas alvo foram espécies de baixo investimento nutricional. Seria interessante investigar se o mesmo ocorre em plantas que investem em qualidade nutricional, ocorrendo variações significativas na produção de nutrientes ao longo do dia.

2.6 CONCLUSÃO

Compreender os fatores que governam a seleção de frutos por aves é um tema complexo, tendo em vista que diversos fatores atuam conjuntamente para atrair potenciais dispersores. Entretanto, é importante desvendar como e quanto essas variáveis influenciam a escolha dos frutos por parte das aves, para que possamos entender com maior clareza a dinâmica dos sistemas de interação aves-plantas. Os resultados aqui apresentados são limitados quanto ao número de variáveis abordadas (disponibilidade de frutos e conteúdo de carboidratos), mas contribuem para estimular discussões e estudos sobre a importância do

valor nutricional dos frutos na composição e frequência de visitação da guilda de aves frugívoras consumidoras de diferentes espécies vegetais.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONINI, Y. SOUZA, H.G., JACOBI, C. M. E MURTY, F.B. Diversidade e Comportamento dos Insetos Visitantes Florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma Área de Campo Ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology* 34(4):555-564 2005.

ANTONINI, R.D. *Frugivoria e dispersão de sementes por aves em duas espécies de Miconia (Melastomataceae) em uma área de Mata Atlântica na Ilha da Marambaia, RJ*. Dissertação de Mestrado. UFRRJ. 2007, 78p.

ALVES, M.A.S. & VECCHI, M.B. Birds, Ilha Grande, state of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil *Check List* 5(2): 300–313. 2009.

BAIRLEIN, F., How to get fat: nutritional mechanisms of seasonal fat accumulation in migratory songbirds. *Naturwissenschaften* 89, 1–10. 2002.

BAKER, H. G., BAKER, I. & HODGES, S. A. Sugar composition of nectar and fruits consumed by birds and bats in the tropics and subtropics. *Biotropica* 30, 559–586. 1998.

BEPPU, H.; KAWAI, K.; SHIMPO, K.; CHIHARA, T.; TAMAI, I.; IDA, C.; UEDA, M.; KUZUYA, H.; *Biochemical Systematics and Ecology*. 32,783. 2004.

BLEM, C. R., BLEM, L. B., FELIX, J. & VAN GELDER, J. Rufous hummingbird sucrose preference: precision of selection varies with concentration. *Condor*, 102, 235–238. 2000.

BOSQUE, C. & PACHECO, M.A. Dietary nitrogen as limiting nutrient in frugivorous birds. *Revista Chilena de História Natural*. 73:441-450. 2000.

BRUGGER, K.E. & NELMS, C.O. Sucrose avoidance by American robins (*Turdus migratorius*): Implications for control of bird damage in fruit crops. *Crop protection*. (10):455-460. 1991.

BRUGGER, K. E. Repellency of sucrose to captive American robins. *Journal of Wildlife Management*, 56, 794–799. 1992.

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014) *Listas das aves do Brasil*. 11ª Edição, 1/1/2014, Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: [21/11/14].

CHAVES, F.G. & ALVES, M.A.S. Teoria do forrageamento ótimo: premissas e críticas em estudos com aves. *Oecologia Australis* 14(2): 369-380. 2010.

FADINI, F. R. & JÚNIOR, M. P. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. *Ararajuba*. v. 12, n. 02, p. 97-103. 2004.

- FAUSTINO, T. C. & MACHADO, C. G. Frugivoria por aves em uma área de campo rupestre na Chapada Diamantina, BA. *Ararajuba*, v. 14, n. 02, p. 137-143. 2006.
- FOSTER, M. S. Total frugivory in tropical passerines: A reappraisal. *Tropical Ecology*. 19:131-154. 1978.
- GOBBO-NETO, L. & LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, Vol. 30, No. 2, 374-381. 2007.
- GOMES, V.S.M., Variação espacial e dieta de aves terrestres na Restinga de Jurubatiba, RJ. 2006. *Tese de Doutorado*, PPG-Ecologia-UFRJ, Rio de Janeiro. 2006.
- GOMES, VSM; BUCKERIDGE, M.S.; SILVA, C.O. SCARANO, F.R., ARAÚJO, D.S. ALVES, M.A.S. Availability peak of caloric fruits coincides with energy-demanding seasons for resident and non-breeding birds in Restinga, an ecosystem related to the Atlantic forest, Brazil. *Flora* (205): 647–655. 2010.
- HERRERA, C.M. Fruit variation and competition for dispersers in natural populations of *Smilax aspera*. *Oikos* 36: 51-58. 1981.
- HERRERA, C.M. Defense of ripe fruits from pests: its significance in relation to plant-disperser interactions. *Amer. Natur.* 120: 218-241. 1984. Adaptations to frugivory of Mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65: 609-617. 1982a.
- HERRERA, C. M. Seasonal variation in the quality of fruits and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63: 773-785. 1982b.
- HERRERA, C.M. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological monographs*, 57, 305–331. 1987.
- HOWE, H. F. & ESTABROOK, G. F. On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *American Naturalist* 111: 817-832. 1977.
- HOWE H.F. & VANDE KERCKHOVE, G. A. Nutmeg dispersal by tropical birds. *Science* 210: 925-927. 1980.
- HOWE, H.F.& SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematic* 13: 201-228. 1982.
- HOWE, H.F. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30: 26-81.1984.
- JORDANO, P. Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius*. *Oikos* 43: 149-153. 1984.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. M. Fenner. Oxon, CAB international: 105-153. 1992.

- LEPCZYK, C. A.; MURRAY, K. G.; WINNET-MURRAY, K.; BARTELL, P. & WORK, T. Seasonal fruit preferences for lipids and sugar by american robins. *Auk* 117: 709-717. 2000.
- LEVEY, D. Sugar-tasting ability and fruit selection in tropical fruit-eating birds. *Auk* 104:173-179. 1987.
- LEVEY, D.J., GRAJAL, A. Evolutionary implications of fruit processing and intake limitations in Cedar Waxwings. *The American Naturalist*. 138, 171–189. 1991.
- LEVEY, D.J. & DUKE, G.E. How do frugivores process fruit? Gastrointestinal and glucose absorption in Cedar waxwings (*Bombycilla cedrorum*). *Auk*. 109:722-730. 1992.
- LOPES, N. P.; KATO, M. J.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S.; YOSHIDA, M.; *Phytochemistry* 46, 689. 1997.
- LOTZ, C. N. & NICOLSON, S. W.. Sugar preference of a nectarivorous passerine bird, the lesser double-collared sunbird (*Nectarinia chalybea*). *Functional Ecology*, 10, 360–365. 1996.
- MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurements*. University Press, Cambridge. 1988. 179pp.
- MALCARNEY, H. L., MARTINEZ DEL RIO, C. & APANIUS, V. Sucrose intolerance in birds: simple nonlethal diagnostic methods and consequences for assimilation of complex carbohydrates. *Auk*, 111, 170–177. 1994.
- MANHÃES, M.A. Dieta de traupíneos (Passeriformes, Emberezidae) no Parque Estadual Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia*, Série Zoológica 93 (1): 59-73. 2003.
- MARQUES, R.V. *Partilha de recursos entre três espécies de Thraupis (Aves: Emberezidae) na Vila Dois Rios, Ilha Grande, RJ*. 2003. 65p. Dissertação de Mestrado - Ciências Biológicas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2003.
- MARTINEZ DEL RIO, C., STEVENS, B. R., DANEKE, D. E. & ANDREADIS, P.T. Physiological correlates of preference and aversion for sugars in three species of birds. *Physiological and Biochemical Zoology*, 61:222-229. 1988.
- MARTINEZ DEL RIO, C. & STEVENS, B. R. Physiological constraints on feeding behavior: intestinal membrane disaccharides of the starling. *Science*, 243, 794–796. 1989.
- MARTINEZ DEL RIO, C. & KARAZOV, W. H. Digestion strategies in nectar- and fruit-eating birds and the sugar composition of plant rewards. *The American Naturalist*, 136, 618–637. 1990.
- MARTINEZ DEL RIO, C., 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*, 48, 544–551. 1992.
- MARUYAMA, P.K; ALVES-SILVA, E. & MELO, C. Oferta Qualitativa e Quantitativa de Frutos em Espécies Ornitócoricas do Gênero Miconia (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências*. v. 5, p. 672-674. 2007.

- MOERMOND, T.C. & J. S. DENSLOW. Fruit choice in Neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity. *Journal of Animal Ecology* 52: 407-420. 1983.
- MOERMOND, T. C. & DENSLOW, J. S. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition with consequences for food selection. Pages 865-897 *In: Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs* (P. A. Buckley, M. S. Foster, E. S. Morton, R. S. Ridgely, and N. G. Smith, eds.). 1985.
- MOERMOND, T. C.; DENSLOW, J. S.; LEVEY, D. J. & SANTANA C. E. The influence of morphology on fruit choice in neotropical birds. Pages 137-146 *In: Frugivores and seed dispersal* (A. Estrada, and T. H. Fleming, eds.). Dr W Junk Publishers, Dordrecht. 1986.
- MORTON, E. S. On the evolutionary advantages and disadvantages of fruit eating in tropical birds. *The American Naturalist*. 107:8-22. 1973.
- MURPHY, M. E. & KING, J. R. Dietary discrimination by moulting white-crowned sparrows given diets differing only in sulphur amino acid concentration. *Physiological Zoology*, 60, 279–289. 1987.
- MURPHY, M. E. & KING, J. R. Sparrows discriminate between diets differing in valine or lysine concentrations. *Physiology and Behavior*, 45, 423–430. 1989.
- NICOLSON, S. W. & FLEMING, P. A. Nectar as food for birds: the physiological consequences of drinking dilute sugar solutions. *Plant Systematics and Evolution*, 238 (1-4). pp. 139-153. 2003
- NORRIS, D.R., MARRA, P.P., KYSER, T.K., SHERRY, T.W., RATCLIFFE, L.M., Tropical winter habitat limits reproductive success on the temperate breeding grounds in a migratory bird. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*. 271, 59–64. 2004.
- PAPPENHEIMER, J. R. & REISS, K. Z. Contribution of solvent drag through intercellular junctions to absorption of nutrients by the small intestine of the rat. *Journal of Membrane Biology* 12, 123–136. 1987.
- POULIN, B.; LEFEBVRE, G.; MCNEIL, R. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology* 73, 2295– 2309. 1992.
- PYKE, G.H. Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15: 523-575. 1984.
- SCHAEFER, H.M. Schmidt, V. & Bairlein, F. Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why? *Animal Behavior* 65, 531–541. 2003.
- SCHAEFER, H. M.; SCHMIDT, V. & WESENBERG, J. Vertical stratification and caloric content of the standing fruit crop in a tropical lowland forest. *Biotropica*. 34:244-253. 2002.
- SCHUPP, E.W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108:15-29. 1993.

- SICK, H. *Ornitologia Brasileira: Uma introdução*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 912p. 1997.
- SIGRIST, T. *Guia de Campo Avis Brasilis: Avifauna Brasileira*. Editora Avisbrasilis, 3ª edição. 2013.
- SNOW, D.W. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds *Ibis* 113: 194-202. 1971.
- SNOW, D.W. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13(1): 1-14. 1981.
- SNOW, B. & SNOW, D. *Birds and berries*. Poyser, Calton. 1988.
- STILES, E.W. Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird-disseminated woody plants in the eastern deciduous forest. *American Naturalist* 116: 670-688. 1980.
- STILES, E. W. The influence of pulp lipids on fruit preference by birds. Pp 227-235 In: Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. *Vegetatio* (T. H. Fleming, and A. Estrada, eds.). Kluwer Academic Publishers, Belgium. 1993.
- THOMPSON, J. N., & M. F. WILLSON. Evolution of temperate fruit/bird interactions: phenological strategies. *Evolution* 33: 973-982. 1978.
- THOMPSON, J. N., & M. F. WILLSON. Disturbance and the dispersal of fleshy fruits. *Science* 200: 1161-1163. 1979.
- WITMER, M.C. Ecological and evolutionary implications of energy and protein requirements of avian frugivores eating sugary diets. *Physiological and Biochemical Zoology* 71, 599-610. 1998.
- WHELLWRIGHT, N. T. Fruit-size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology*, v.66, n.3, p. 808-818, 1985.
- WHELLWRIGHT, 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* 16: 173-192. 1984.
- WILLSON, M. F. & THOMPSON, J. N. Phenology and ecology of color in bird-dispersed fruits, or why some fruits are red when they are 'green'. *Canadian Journal of Botany* 60:701-713. 1982.
- WITMER, M.C. & VAN SOEST, P. J. Contrasting digestive strategies of fruit-eating birds. *Functional Ecology* 1998 12, 728-741. 1998.
- WITMER, M. C. Nutritional interactions and fruit removal: springtime consumption of *Viburnum opulus* fruits by cedar waxwings. *Ecology*, 82, 3120-3130. 2001.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey. 1999.

CONDIDERAÇÕES GERAIS

Compreender os fatores que governam a dinâmica de interação ave-planta não é uma tarefa simples, pois não é possível controlar todas as variáveis que influenciam essas interações. Entretanto, qualquer estudo que busque determinar quais fatores influenciam a frugivoria por aves e/ou avalie a oferta de recursos ao longo do ano em uma determinada região é relevante, pois somente por meio de uma quantidade considerável de registros podemos ser capazes de encontrar padrões e compreendermos com maior clareza como funcionam esses sistemas complexos. O presente estudo buscou avaliar a influência do valor nutricional dos frutos na preferência alimentar das aves, porém, foram utilizadas somente duas espécies. Dessa forma, seria interessante que a mesma hipótese fosse levantada em estudos com outras espécies vegetais, para determinarmos o quanto essa variável pode influenciar a seleção de frutos pelas aves.

Anexo 1

Análise química dos frutos

Os frutos foram coletados diretamente das plantas, preferencialmente intactos (sem sinais de herbivoria) e no mesmo dia congelados. Logo que possível, os frutos foram liofilizados.

1.1 Protocolo para extração de açúcares solúveis (Laboratório de Fisiologia Ecológica de Plantas – LAFIECO. Departamento de Botânica - IB/USP).

- 1) Em microtubos de 2 ml, pesar 20 mg de material seco e pulverizado.
- 2) Adicionar 1 ml de etanol 80% e agitar vertendo a rack dos tubos.
- 3) Levar ao banho seco à 80° por 20 minutos.
- 4) Centrifugar por 10 minutos a 12000 ou 14000g.
- 5) Coletar o sobrenadante em tubos de ensaio de plástico.
- 6) Repetir o processo de 2 a 6 vezes até que não tenha mais açúcar.
- 7) Após coletar todos os sobrenadantes, levar os tubos de ensaio para secar em concentrador de amostras à vácuo (*Speed Vac*).
- 8) Após a secagem, ressuspender o material em 1ml de água ultra pura (Miliq) com ajuda de pipeta.
- 9) Transfira para tubos de 1,5 ml, coloque 0,5 ml em vials e congelar até que seja feita a dosagem de açúcares solúveis.

Para investigar se ainda existem açúcares solúveis nas amostras deve ser feito um teste colorimétrico, o método fenol-sulfúrico.

1.2 Protocolo para teste fenol-sulfúrico (Laboratório de Fisiologia Ecológica de Plantas – LAFIECO. Departamento de Botânica - IB/USP).

- 1) Fazer uma curva-padrão de glicose 5µl - 50µl de glicose para um volume final de 500µl (Foi utilizado 100 µl de glicose para 400 µl de água).
- 2) Em capela, adicionar 2,5 ml de N₂SO₄, agitar bem.

- 3) Deixar esfriar.
- 4) Comparar cada amostra com um tubo controle (sem açúcar). Se houver alteração na cor, significa que ainda há açúcares solúveis na amostra.

1.3 Protocolo para extração e dosagem de amido (Laboratório de Fisiologia Ecológica de Plantas – LAFIECO. Departamento de Botânica - IB/USP).

- 1) Pesar 10mg de material seco.
- 2) Realizar a extração de açúcares solúveis totais em etanol 80%.
- 3) Secar o precipitado em estufa 45°C.
- 4) Ao precipitado liofilizado, acrescentar 2 x 0,5ml de α -amilase diluída em tampão MOPS – 120 U/ml. Incubar por 30 min a 75°C as duas vezes.
- 5) Resfriar até 50°C – gelo.
- 6) 2 x 0,5ml de amiloglicosidase diluída em tampão acetato de sódio 30 U/ml. Incubar por 30 min a 50°C as duas vezes.
- 7) Para parar a reação, colocar 50 μ l de ácido perclórico 0,8M.
- 8) Colocar no gelo e centrifugar.
- 9) Centrifugar a 13.000 rpm, 5 min.
- 10) Fazer a dosagem com reagente GODPOD, utilizando glicose como padrão.