

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS –
BACHARELADO

EDUARDO MIGUEL ZANETTE

**Dispersão de sementes pelo muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*)
em cativeiro**

CURITIBA

2018

EDUARDO MIGUEL ZANETTE

**Dispersão de sementes pelo muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*)
em cativeiro**

Monografia apresentada ao Departamento de Zoologia como requisito parcial à conclusão do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Emygdio Leite de Araujo Monteiro Filho.

Co-orientadora: Lisieux Franco Fuzessy.

CURITIBA

2018

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Emygdio. Sua assuidude e incentivo foram excepcionais, e eu levarei para a vida seus ensinamentos. Com nossas conversas, hoje eu tenho uma melhor noção do que é a academia e o que eu almejo em minha carreira.

À Lica (Lisieux Fuzessy) por se disponibilizar, mesmo que no final deste projeto, a me co-orientar e por contribuir tanto com meu trabalho e com meu aprendizado. Parte considerável deste trabalho fluiu de nossas proveitosas discussões.

À banca avaliadora deste trabalho: Rafael S. Bueno e Marcio R. Pie pelas dicas valiosas.

À Nancy, Marcelo, Manoel, Joacir, Reinaldo e a todos os funcionários do Passeio Público e do Zoológico Municipal de Curitiba, afinal sem a visão favorável a ciência e a confiança de vocês este projeto não teria sido realizado. Um obrigado especial ao Marcelo, por se juntar à caça aos frutos e ser a melhor companhia durante as ofertas dos frutos aos muriquis. Também agradeço aos técnicos do Departamento de Zoologia.

Ao Robson Hack, meu amigo, supervisor e “macacólogo” que tanto me apoiou com a pesquisa e conservação dos muriquis. Sem este “clique”, hoje eu estaria bem longe da ecologia de primatas. Agradeço também por toda sua confiança. Que não se enfraqueça nossa amizade, colaboração e carinho! E que venha a Lorena para mudar totalmente a vida do casal maravilhoso que eu tanto gosto.

À minha mãe, Aline Zanette, e minha irmã, Alice Bernardino, as mulheres que estarão eternamente no meu coração, e cujo apoio foi fundamental desde meu ingresso a academia.

Neste período de um ano, diversas pessoas me ouviram falar sobre meu projeto, sobre o que eu tinha em mente. Algumas destas não só opinaram como me ajudaram muito na realização do mesmo, principalmente em relação aos procedimentos. Assim, um obrigado especial a Alcides Neto, por todo seu auxílio, troca de ideias e sua amizade. Aos “matrizeiros” que me ajudaram a encontrar e identificar as matrizes de frutos, quais sequer consigo citar todos

aqui, mas destaco Rafael Voltz, Juliano J. S. Santos, Fernando Camargo, Laura de Lannoy, Patricia Ferreira, Winicius Schaeffer e Marcelo Brotto.

Aos professores Renato Goldenberg e Paulo Labiak pelos ensinamentos – sem estes eu não teria a capacidade de sair a procura de frutos nativos. À Prof. Katia Zuffelatto, pelo TTC e por sua disponibilidade para projetos futuros.

Por fim, dirijo minha palavra aos meus amigos – aqueles poucos que eu conto nas mãos -, à família Hanumis (Ana, Bruno, Caio, Dani, Formiga, Gordo, Juju, Lore, Lugas, Sasa) e aos estagiários e profissionais “lactecquianos” (esses sim são muitos). Todos estes fizeram parte de meu cotidiano e compartilharam desde as mais singelas até as mais incríveis experiências.

A todos, obrigado.

RESUMO

Primatas possuem uma história de diversificação e mutualismo com plantas que portam frutos carnosos, sendo considerados um importante grupo de dispersores de sementes. Os primatas neotropicais aumentam a germinação das sementes dispersas, sendo este efeito parte do componente qualitativo da efetividade de dispersão de sementes (*Seed Dispersal Effectiveness*, ou SDE). *Brachyteles* é o gênero dos maiores primatas neotropicais, ameaçados e endêmicos da Mata Atlântica, desempenhando um papel importante na dispersão de sementes. A saber, dispersa a maior riqueza de frutos entre os primatas do bioma, além de dispersar a maior parte das espécies que consome. Considerando este importante papel na dinâmica florestal, através da oferta de frutos de nove espécies de plantas a indivíduos cativos no Zoológico Municipal de Curitiba e consequentes testes de germinação de sementes, foi avaliado o efeito do trato digestório do muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*) sob sementes consumidas em relação a sementes despulpadas manualmente, e quando possível, sementes cuspidas. Através da germinabilidade e o tempo médio de germinação das sementes o efeito do trato digestório do primata foi caracterizado como positivo ou neutro, ou seja, aumentando o primeiro e diminuindo o segundo, ou não apresentando diferenças, respectivamente. Assim, foi possível caracterizar o muriqui como um efetivo dispersor neste subcomponente qualitativo da SDE. Testes adicionais foram conduzidos com duas espécies em vias de se caracterizar a qualidade de deposição. No geral, não foi observado nenhum efeito do primata no estabelecimento e na sobrevivência das mudas. Ademais, foi possível caracterizar, ainda que de maneira incipiente, o componente quantitativo da SDE através de estimativas de sobrevivência das sementes. Com exceção de duas espécies pouco dispersas, as outras sete espécies tiveram até um terço de suas sementes consumidas e defecadas intactas. O conjunto de resultados aqui obtidos demonstram parcialmente a efetividade do muriqui-do-sul como dispersor de sementes e traz ainda mais importância para este primata visto sua iminente extinção por alta pressão de caça e perda de habitat.

Palavras-chave: Efetividade de dispersão de sementes. Primatas. Mata Atlântica.

ABSTRACT

Primates have a long history of diversification and mutualism with plant-bearing fruits, being an important group of seed dispersers. Neotropical primates are known to enhance germinability of dispersed seeds, and this process is entangled in the qualitative component of the Seed Dispersal Effectiveness (hereafter SDE). Amongst neotropical primates, *Brachyteles* has the larger body mass, and is threatened and endemic to the Atlantic Forest hotspot. It has an important role on seed dispersal, consuming the greater richness amongst other Atlantic Forest primates, and disperses the majority of species handled. Considering its important role on forest dynamics, by offering fruits of nine plant species to captive individuals at Zoológico Municipal de Curitiba, I assessed the effects of the southern-muriqui (*Brachyteles arachnoides*) through germination tests on defecated seeds in relation to hand depulped seeds and, when possible, spat seeds. The effect of the muriqui gut on germination was either positive or neutral on germinability and mean time germination for the species tested, showing that it is an effective seed disperser considering this qualitative SDE subcomponent. Additional tests were conducted with two species in order to quantify the quality of deposition. In general, the muriqui gut did not affect seed establishment and seedling survival. Moreover, I estimated the mean number of seeds per fruit in order to assess the quantitative component of seed dispersal (i.e. the survival of seeds following frugivore handling). Except for two species that had low rates of dispersal, the other seven species had up to one third of its seeds dispersed. Overall, my findings support the effectiveness of the southern-muriqui as seed disperser and highlights its importance given its imminent extinction by hunting and habitat loss.

Key-words: Seed Dispersal Effectiveness. Primates. Atlantic Forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
Plantas matrizes, frutos e sementes	15
Testes de germinação	17
Teste de Tetrazólio	18
Testes de estabelecimento e sobrevivência	19
Análise e testes estatísticos	19
3. RESULTADOS	21
Consumo das espécies ofertadas	21
Tempo de retenção no trato digestório	25
Germinação de sementes	25
Teste do Tetrazólio	31
Testes de Estabelecimento	32
4. DISCUSSÃO	34
Consumo das espécies ofertadas	34
Tempo de retenção no trato digestório	37
Germinação de sementes	39
Teste do Tetrazólio	42
Estabelecimento e sobrevivência das mudas	43
Caráter utilitário do estudo	45
Influência dos testes em laboratório	45
O estudo não pode ser visto totalmente a partir da teoria da SDE	46
5. REFERÊNCIAS	49
6. ANEXOS	55

1. INTRODUÇÃO

Processos como polinização, dispersão e predação de sementes têm sido comumente associados às comunidades de vertebrados e constituem interações moduladoras de sistemas ecológicos ((HOWE; SMALLWOOD, 1982; SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2017). Por exemplo, estima-se que cerca de 70 a 94% das espécies arbóreas e arbustivas neotropicais dependem da dispersão endozoocórica por vertebrados (JORDANO, 2000), sendo que esta proporção chega em 90% das plantas vasculares da Mata Atlântica (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2008), o que evidencia o papel mutualístico entre animais frugívoros e plantas. Dentre as sementes zoocóricas, aquelas consideradas grandes são majoritariamente dispersas por frugívoros de grande porte (JORDANO, 2000; PERES; ROOSMALEN, 2002; PERES; PALACIOS, 2007). Desta maneira, a presença de grandes vertebrados herbívoros e muitas vezes especialistas em frugivoria é de inestimável importância para a viabilidade das florestas, como no caso de primatas (PERES; ROOSMALEN, 2002).

No processo de dispersão, o transporte de sementes para longe da planta-mãe reduz a competição entre congêneres, aumenta o fluxo gênico e a probabilidade de colonização de locais favoráveis ao estabelecimento das sementes (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Durante este processo, vertebrados dispersores podem aumentar a germinação de sementes após a passagem pelo seu trato digestório em relação àquelas extraídas manualmente (TRAVESET; VERDÚ, 2002; TRAVESET; ROBERTSON; RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2007; FUZESSY *et al.*, 2016). Entender este processo é fundamental para prever a demografia e a regeneração de florestas em tempos de aumento da fragmentação e extinção de espécies (PERES; ROOSMALEN, 2002; NUNEZ-ITURRI; OLSSON; HOWE, 2008; CAUGHLIN *et al.*, 2014).

Primatas frugívoros e espécies de plantas com frutos carnosos possuem uma longa história de mutualismo facultativo (FLEMING; JOHN KRESS, 2011; GÓMEZ; VERDÚ, 2012). Por exemplo, 58% das espécies existentes se comportam como legítimos dispersores de plantas, portanto sendo considerados efetivos mutualistas das mesmas (GÓMEZ; VERDÚ, 2012). Contribuem com 25 e 40% da biomassa frugívora em florestas tropicais

(EISENBERG; THORINGTON, 1973; TERBORGH, 1983 *apud* CHAPMAN, 1995) e consomem elevada quantidade de frutos, dispersando sementes de até 50% das plantas vasculares (PERES; ROOSMALEN, 2002). Constituem, assim, um dos grupos de dispersores mais importantes de ecossistemas tropicais (FLEMING; JOHN KRESS, 2011; BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016).

Por serem os maiores frugívoros arbóreos e um dos últimos dispersores de grande porte (BUENO *et al.*, 2013), um declínio populacional ou extinção local principalmente em decorrência da pressão de caça pode afetar o funcionamento ecossistêmico de maneira significativa (PERES; ROOSMALEN, 2002; PERES; PALACIOS, 2007; BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016). Não obstante, primatas são essenciais quanto à dispersão funcional de sementes grandes ou de sementes com tegumento rígido, recursos que podem ser inacessíveis para outros vertebrados dispersores (PERES; ROOSMALEN, 2002). Ademais, apesar de todos os primatas neotropicais consumirem frutos, as espécies de maior porte se alimentam de uma maior riqueza (HAWES; PERES, 2014), sendo geralmente as mais ameaçadas (NUNEZ-ITURRI; OLSSON; HOWE, 2008; CAUGHLIN *et al.*, 2014; FUZESSY *et al.*, 2016).

Por fim, a inexistência ou extinção de primatas frugívoros de grande porte levam a diferenças no recrutamento de sementes e por consequência influenciam a demografia e a distribuição espacial das plantas (CHAPMAN, 1995; CHAPMAN; RUSSO, 2007; PERES; PALACIOS, 2007). Assim, faz-se necessário compreender o processo de passagem de sementes pelo trato digestório dos primatas visto as contínuas rupturas no processo de dispersão de sementes devido a extinção local e regional dos primatas por interferência antrópica (caça, fragmentação, etc; FUZESSY *et al.*, 2016).

As estratégias de manipulação de sementes por primatas dependem diretamente das interações entre sua anatomia do trato digestório e os atributos dos frutos (NORCONK; GRAFTON; CONKLIN-BRITAIN, 1998 *apud* CHAPMAN; RUSSO, 2007). Estas estratégias, com a adição da estrutura social e os padrões de movimento determinam o padrão de deposição de sementes (“*seed shadow*”) que os primatas geram (CHAPMAN; RUSSO, 2007). Alguns destes atributos são relacionados com o tamanho do corpo: primatas maiores tendem a possuir maior capacidade de consumo, tempos longos de retenção no trato digestório e áreas de uso diário maiores, apesar de variações existirem

nestas relações (CHAPMAN; RUSSO, 2007). Estes atributos, por sua vez, influenciam em variáveis como a quantidade e tamanho de sementes dispersas, o tempo de retenção no trato digestório, a distância de dispersão e a distribuição espacial da dispersão (CHAPMAN; RUSSO, 2007; FUZESSY; JANSON; SILVEIRA, 2017). Resultante dessas interações, primatas podem espalhar milhares ou até mesmo milhões de sementes por hectare por ano (e.g. STEVENSON, 2000; MARTINS, 2006; MIKICH *et al.*, 2015). Estes atributos são essenciais para compreender o papel funcional dos primatas e prever as consequências de suas extinções na dispersão de sementes e consequentemente na regeneração das florestas tropicais (CHAPMAN, 1995; PERES; ROOSMALEN, 2002; BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016; FUZESSY *et al.*, 2016).

A exemplo do papel fundamental destes animais como dispersores de sementes, Fuzessy *et al.* (2016) constataram que primatas neotropicais aumentam, em média, 33% a germinabilidade de sementes após a passagem no trato digestório e adiantam em 19% o tempo da primeira germinação, apesar de não afetar o tempo de germinação de maneira geral. Também é encontrado um efeito de guildas entre estes animais: primatas estritamente frugívoros aumentam em 75% a germinabilidade de sementes, ao passo que os folívoros-frugívoros aumentam em 34% (FUZESSY *et al.*, 2016). Dentro destes grupos funcionais, os Atelidae, que incluem os macacos-aranha, miquis bugios e barrigudos, são os que mais contribuem na dispersão de sementes, o que reitera o papel funcional destes primatas como mutualistas com as árvores neotropicais (STEVENSON, 2000; PERES; ROOSMALEN, 2002; FUZESSY *et al.*, 2016).

Segundo Schupp, Jordano e Gómez (2010, 2017) estudos de dispersão de sementes geralmente se apoiam em uma base comum: o conceito de efetividade de dispersão, no qual a dispersão de sementes culmina no estabelecimento de indivíduos adultos. Entretanto, este conceito de efetividade foi, de maneira generalizada, abordado de forma não padronizada, tanto em termos quanto em métricas, limitando assim a possibilidade de compreensão das interações mutualísticas (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2017). Isso levou Schupp, Jordano e Gómez (2010, 2017) a revisarem a efetividade da dispersão de sementes (SDE), conceito anteriormente proposto (SCHUPP, 1993). Assim,

esse delineamento teórico tem o intuito de possibilitar a comparação de variáveis implícitas ao processo de dispersão de maneira eficaz, sintetizando as diferentes variáveis frequentemente incomparáveis em um enquadramento quantidade x qualidade = efeito total. Essa proposta não só ajudou na padronização de termos, mas também colaborou para estabelecer parâmetros quantitativos para estimar a contribuição de agentes dispersores a aptidão da planta. O conceito é aplicado tanto para a efetividade de dispersão da planta como do animal (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010), contudo nunca foi analisado do ponto de vista “zoocentrista” (e.g. como as diferentes espécies utilizadas por um animal mutualista variam como recurso efetivo para determinada espécie de animal, SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2017).

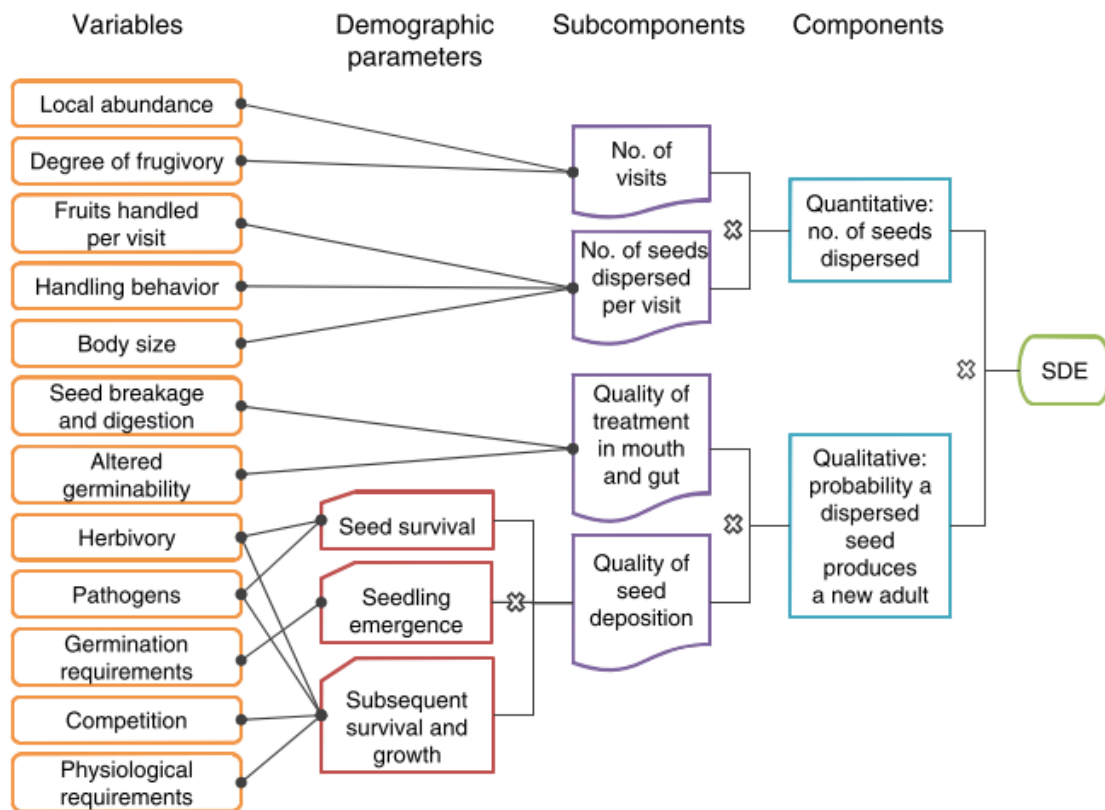
A SDE é idealmente e originalmente medida como “o número de novos adultos produzidos pelas atividades de um dispersor” (SCHUPP, 1993 *apud* (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Pelo fato da SDE variar suas etapas de acordo com o processo de dispersão envolvida (endozoocoria, anemocoria, etc), um modelo estrutural hierárquico pode ser elaborado para representá-la (FIGURA 1) Esse modelo hierárquico divide a SDE em dois componentes: o quantitativo e o qualitativo, estes independentes e multiplicáveis (SDE = quantidade x qualidade). A SDE pode ser quantificada, dessa forma, basicamente como “o número de sementes dispersas por um agente dispersor multiplicado pela probabilidade que uma semente dispersa produza um novo adulto” (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Já a partir do ponto de vista da *endozoocoria*, i.e., o processo onde as sementes são dispersas por animais através do consumo das sementes e posterior defecação ou regurgitação das mesmas intactas, a dispersão de sementes pode ser definida como “o movimento horizontal da semente a partir do local onde foi encontrada por um animal” (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010).

Os componentes quantitativo e qualitativo, por sua vez, são definidos por subcomponentes. Assim, o componente quantitativo é composto pelo número de visitas multiplicado pelo número de sementes dispersas por visita; o qualitativo é a probabilidade de a semente sobreviver ao tratamento de todo o trato digestório (desde a boca até o intestino) multiplicado pela probabilidade de uma semente (viável) dispersa sobreviver, germinar e produzir um novo adulto (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Enquanto o componente

quantitativo é uma medida de resultados (da interação planta dispersor) e não simplesmente o número de interações, o componente qualitativo incorpora os resultados do processo pós-interação (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2017). Assim, os componentes são métricas cruciais para quantificar a efetividade de um mutualismo, aprimorando nossa compreensão do processo de efetividade no geral (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2017). Nesse contexto, a SDE nos permite observar que parece haver um *continuum* entre dispersores que dispersam praticamente todas as sementes intactas até aqueles que destroem quase a totalidade (SCHUPP, 1993 *apud* (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010)).

No entanto, grande parte dos estudos acessam apenas um componente, seja o quantitativo ou qualitativo, ao invés de acessarem a SDE de uma maneira geral. O número de sementes consumidas e o número de visitas por um dispersor (os dois subcomponentes do componente quantitativo) são frequentemente avaliados, ao passo que o comportamento de manipulação, padrões de deslocamento e o efeito do trato digestório na germinação são as variáveis qualitativas melhor estudadas (GODÍNEZ-ALVAREZ; JORDANO, 2007 *apud* SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Essas variáveis são comumente acessadas pela proporção de sementes passadas intactas pelo trato digestório e pelo efeito do mesmo na germinabilidade e no tempo de germinação (TRAVESET; ROBERTSON; RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2007).

FIGURA 1. Representação gráfica/mapa hierárquico dos componentes e subcomponentes da Efetividade de dispersão de sementes (SDE). Extraído de Schupp *et al.* (2010).



O miquiqui-do-sul ou mono-carvoeiro, *Brachyteles arachnoides* (É. Geoffroy, 1806), em conjunto com o miquiqui-do-norte *B. hypoxanthus* (Kuhl, 1820), são os maiores primatas das Américas e endêmicos da Mata Atlântica. É herbívoro com ênfase folívoro-frugívora, mas também inclui itens como brotos, flores, sementes, cascas de árvore, néctar, lianas e epífitas em sua dieta (TALEBI; BASTOS; LEE, 2005). De longa data, o gênero *Brachyteles* vem sendo reconhecido como o gênero de primata da Mata Atlântica que mais consome e dispersa sementes em termo de riqueza (BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016; BELLO *et al.*, 2017). Chrysobalanaceae, Achariaceae, Amaranthaceae, Araliaceae, Canellaceae, Humiriaceae, Phyllanthaceae, Phytolaccaceae, Symplocaceae e Zingiberaceae, por exemplo, são famílias dispersadas somente por *Brachyteles* entre os primatas da Mata Atlântica (BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016). Além disso, o miquiqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*), ocorrendo principalmente na floresta ombrófila densa, pode ter frutos como componente principal de sua dieta, chegando a 79% em uma base

anual (TALEBI; BASTOS; LEE, 2005). Apesar do destacado papel funcional de dispersor, não se sabe se o muriqui-do-sul é um dispersor efetivo (*sensu* SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010) uma vez que poucos estudos acessam grande parte das variáveis da SDE, especialmente o efeito do trato digestório na germinação das sementes (MORAES, 1992; MORAES; PAOLI, 1995; MARTINS, 2006; BUENO, 2010; NICOLA *et al.*, 2012).

Sabendo que primatas frugívoros e folívoros-frugívoros tendem a aumentar a germinabilidade das espécies de sementes que dispersam (FUZESSY *et al.*, 2016) e sabendo o papel fundamental do muriqui-do-sul como um dos últimos grandes frugívoros dispersores neotropicais (BUENO *et al.*, 2013) estarei avaliando o subcomponente “*tratamento da semente no sistema digestório*” do componente qualitativo da SDE (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010) proporcionado pelo muriqui-do-sul como dispersor de espécies de plantas conhecidas ou não de sua dieta tendo como base animais cativos no Zoológico Municipal de Curitiba. Neste contexto, é esperado que a passagem de sementes pelo trato digestório do muriqui-do-sul afeta o sucesso e o tempo de germinação quando comparado com de sementes manualmente extraídas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizados muriquis-do-sul que se encontram cativos em uma ilha no lago com 600 m² de área do Passeio Público de Curitiba e no Zoológico de Curitiba, ambas dependências do Departamento de Zoológico de Curitiba, coordenado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) de Curitiba (Estado do Paraná). Os animais são alimentados duas vezes ao dia, às 10 h da manhã e às 15 h da tarde, sendo a primeira refeição composta por legumes, raízes e outros alimentos suplementares (pão, polenta) e a segunda composta principalmente por frutos cultivados, como banana, uva, maracujá, melancia e mamão, que variam de acordo com a disponibilidade do fornecedor.

Na ilha do Passeio Público, quatro indivíduos são mantidos cativos, sendo um macho adulto, uma fêmea adulta e dois machos jovens. No Zoológico Municipal, um indivíduo macho adulto é mantido num recinto comum. Durante a realização deste estudo, a necessidade de manutenção do lago que cerca a ilha dos muriquis impeliu à necessidade de translocar os quatro animais do Passeio Público para o Zoológico. Assim, até três indivíduos foram utilizados para a realização dos testes no momento em que se encontravam confinados nas respectivas áreas de manejo. Passado este período de manejo, os testes foram conduzidos apenas com o macho adulto solitário visando a maximizar o tamanho amostral das sementes recuperadas pós passagem no trato digestório.

PLANTAS MATRIZES, FRUTOS E SEMENTES

As espécies vegetais consumidas e/ou dispersas pelo muriqui-do-sul, conforme informações disponíveis na literatura (BUENO *et al.*, 2013; BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016), tiveram sua ocorrência no Estado do Paraná conferida através do *SpeciesLink* (<http://www.splink.org.br/index?lang=pt>). Como os frutos utilizados apresentam disponibilidade sazonalmente marcada (LIEBSCH; MIKICH, 2009), eles iam sendo coletados a medida em que eram localizados em diferentes locais, de maneira a abarcar o maior número de plantas matrizes da mesma espécie (*i.e.* plantas das quais os frutos foram testados). As matrizes foram coletadas em quatro localidades da Região

Metropolitana de Curitiba: Área residencial no Bairro Jardim Botânico (25°26'14"S, 49°14'52"O), Capão do Tigre (25°26'53"S, 49°14'24"O), Mata Viva (25°26'50"S, 49°14'4"O), Pomar da Casa do Acantonamento Ecológico (25°33'0"S, 49°14'18"O) e Zoológico Municipal de Curitiba (25°33'24"S, 49°14'3"O) (WGS, 1984). Sinonímias foram conferidas no Flora do Brasil 2020 em construção (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2018).

Frutos maduros da copa e do chão, quando não apresentando sinais de lesão ou parasitos, foram utilizados tanto para o controle quanto ofertados para os muriquis cativos. Quando o período entre a coleta e a oferta dos frutos aos animais era maior que dois dias, os frutos eram armazenados na geladeira por até quatro dias, visto que a temperatura média de 10 graus é eficiente na preservação da integridade dos frutos ao mesmo tempo em que não promove o congelamento do embrião das sementes (BASKIN; BASKIN, 2004). Um subconjunto desses frutos era armazenado em geladeira para posterior conferência de seus atributos morfológicos, como o tamanho dos frutos e das sementes (comprimento e espessura na maior dimensão), sua massa, e o número médio presente em cada um dos frutos visto que tanto a dimensão quanto o número de sementes por fruto são parâmetros importantes no processo de dispersão de sementes (TERBORGH, 1983; CORLETT; LUCAS, 1990 *apud* JORDANO, 2000). Para tal, foi utilizado um paquímetro e uma balança de precisão. Os atributos morfológicos podem ser visualizados no Anexo 4.

A oferta dos frutos se deu por meio de sua disponibilização no manejo de cada animal. Houve ocasiões onde frutos foram oferecidos em meio a outros itens rotineiramente disponibilizados durante as refeições. No entanto foi dada preferência pelo fornecimento dos frutos no período da manhã e, quando manejável, o adiamento da primeira refeição para o período da tarde. Somente nessas situações as sementes recuperadas foram sujeitas aos testes de germinação. Visando a aumentar a possibilidade de ingestão de sementes, depois de retiradas dos frutos, as sementes eram inseridas no interior dos frutos cultivados presentes em cada refeição, para que ocorresse a passagem da semente no trato digestório sem que haja dependência da ingestão do fruto pelo animal. O recinto/manejo foi inspecionado em busca de sementes

cuspidas/descartadas a partir da observação do animal consumindo os frutos e/ou no dia seguinte antes da limpeza do recinto.

O intervalo de oferta e consumo dos frutos e o de coleta das fezes possibilitou estimar o intervalo de retenção das sementes no trato digestório de maneira quali-quantitativa. Devido à normas internas, as fezes foram coletadas por funcionários do Zoológico ou por mim quando permitido pela instituição. Com base em Talebi (2005), o tempo médio de retenção variando de 13 a 17 h foi esperado e considerando as permissões de acesso aos recintos no Zoológico, foi preferível fornecer os frutos pela manhã e coletar as fezes na manhã seguinte. Além disso, considerei a unidade fecal como todo o conjunto de fezes encontrado no final do dia ou no dia seguinte.

TESTES DE GERMINAÇÃO

As amostras fecais foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos sendo registrado o indivíduo que as originou e a hora de coleta. Em seguida, as amostras fecais foram lavadas em água corrente sobre uma peneira de malha fina (2 mm) e as sementes foram contadas. As sementes com sinais de predação eram separadas e contadas, enquanto as sementes intactas foram submetidas ao teste de germinação em placas de Petri sob filtro de papel saturado de água (como recomendado por Baskin & Baskin, 2004) e sob demais condições ambientais locais. As sementes utilizadas como controle foram despulpadas à mão e lavadas sob água corrente. Como o arilo de algumas espécies (*Psidium* sp. e *Vitex* sp.) é de difícil remoção, foi utilizado papel toalha para tal. A retirada do arilo e outros componentes do fruto é importante, pois podem exercer efeito inibitório na germinação através de efeitos químicos ou osmóticos (BASKIN; BASKIN, 2004; SAMUELS; LEVEY, 2005; BASKIN; THOMPSON; BASKIN, 2006). Em vias de se evitar microvariação de luminosidade no laboratório, as placas de Petri tiveram suas posições aleatorizadas, homogeneizando a variação entre diferentes tratamentos (sementes defecadas, cuspidas ou controle) e diferentes espécies (FUZESSY *et al.*, 2016).

Ao longo dos testes, foi possível obter a porcentagem de germinação (número de sementes germinadas em relação ao total) e o tempo médio

decorrido até a germinação (*cf.* MARTINS, 2006) em todas as placas. A germinação foi contabilizada assim que se constatava a protusão da radícula (BEWLEY; BLACK, 1994) em mais de 1 mm, com observações a cada 2 a 3 dias. Visto que o primeiro e o último dia de germinação são fatores importantes do ponto de vista do tempo de germinação das sementes (RANAL; SANTANA, 2006), esses dados também foram contabilizados por placa. O experimento terminou após um período de 45 dias, definido como o intervalo necessário para caracterizar dormência (BASKIN; BASKIN, 2014). Os testes foram realizados no Laboratório de Biologia e Ecologia de Vertebrados da Universidade Federal do Paraná.

TESTE DE TETRAZÓLIO

Para determinar se as sementes não germinadas no teste de germinação eram ou não viáveis (*i.e.*, embrião morto ou em estado de dormência, respectivamente), foi aplicado o teste de tetrazólio nas sementes não germinadas ao final do período de teste de germinação. Com base na oxidação do embrião, este teste permite aferir se uma semente que não germinou é viável (BEWLEY; BLACK, 1994), podendo alterar completamente a interpretação da SDE de um dispersor: caso as sementes não germinadas estejam viáveis, elas podem estar em dormência, não descaracterizando assim a SDE do dispersor. Essa caracterização permite definir se a germinabilidade é ou não subestimada em casos de baixa porcentagem de germinação (FUZESSY *et al.*, 2016).

Após cerca de 45 dias de teste de germinação as sementes tiveram uma pequena fração do tegumento talhado e passaram por uma fase de pré-umedecimento (BEWLEY; BLACK, 1994), sendo colocadas por 24h entre duas folhas umedecidas de papel filtro, sob temperatura de 35°C. Esse processo visa a entrada de água e oxigênio na semente, quebrando a dormência. Em seguida, foi optado por um protocolo único para o teste de todas as sementes utilizando a solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio à uma concentração de 0,2%, sob as mesmas condições de pré-umedecimento (*e.g.* Garcia 2016). Por fim, as sementes foram seccionadas para determinar se estavam viáveis

(embrião rosado, principalmente na região da radícula) ou não (embrião de aspecto branco leitoso, ou totalmente avermelhado pela presença de fungos) (NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998; COSTA *et al.*, 2007). A proporção de sementes viáveis foi anotada. Apenas as sementes de *Pereskia aculeata* e *Eugenia involucrata* não foram submetidas a este teste, pois este protocolo não havia sido determinado na época.

TESTES DE ESTABELECIMENTO E SOBREVIVÊNCIA

Afim de avaliar a qualidade de deposição de sementes (outro subcomponente qualitativo da SDE), as sementes germinadas foram transferidas para potes de 50 ml com terra preparada comercial e foram deixadas para desenvolver sob as mesmas condições dos testes de germinação apenas com a manutenção da umidade. Os potes eram furados na base, de forma que não se mantivesse encharcado e dificultasse a proliferação de fungos. Água era fornecida três vezes por semana. Os embriões que emergiram foram mensurados semanalmente quanto à sobrevivência, altura (do solo ao meristema, número de folhas e, caso lançasse o primeiro par de folhas, o indivíduo era marcado como estabelecido).

ANÁLISE E TESTES ESTATÍSTICOS

As porcentagens de germinação foram comparadas entre sementes controle e sementes dispersas pelo teste exato de Fisher para dados categóricos (contingência) e o tempo médio de germinação pelo teste U de Mann-Whitney (MARTINS, 2006). Quando foram comparados três tratamentos (sementes controles, defecadas e cuspidas), primeiro foi testado a significância pelo teste de Kruskal-Wallis. Foi adotado $\alpha = 0,05$ de nível de significância em todos os testes. Todas as análises foram realizadas no Software R Cran v. 3.4.3 (R CORE TEAM, 2017) com o auxílio da coleção de pacotes *tidyverse* (<http://tidyverse.tidyverse.org>) *dplyr* (WICKHAM *et al.*, 2017) e *ggplot2*

(WICKHAM, 2016). Além destes, foram utilizados os pacotes *reshape2* (WICKHAM, 2007) e *readxl* (WICKHAM; BRYAN, 2017).

3. RESULTADOS

CONSUMO DAS ESPÉCIES OFERTADAS

Ao todo, 13 espécies de frutos foram ofertadas aos animais (TABELA 1). As espécies coletadas foram, por ordem de coleta: *Eugenia involucrata*, *Pereskia aculeata*, *Myrcia splendens*, *Psidium* sp., *Campomanesia guazumifolia*, *E. uniflora*, *Vitex* sp., *Inga vulpina* e *I. marginata*. Adicionalmente, *Myrcia anacardiifolia*, *Pleiochiton* sp. e *Marlierea tomentosa* também foram coletadas, mas só foram testadas quanto ao consumo pelos muriquis. Das espécies coletadas, *Pleiochiton* sp. *M. anacardiifolia*, *M. tomentosa* e *Ficus* sp. foram rejeitadas pelos muriquis-do-sul (TABELA 2). Nove (9) espécies foram consumidas e passaram intactas pelo trato digestório. Destas, apenas cinco (5) eram conhecidamente consumidas pelo animal na natureza (BUENO *et al.*, 2013; BUFALO; GALETTI; CULOT, 2016).

A partir das médias de sementes por fruto, seis espécies tiveram seu componente quantitativo estimado: *Myrcia splendens*, *Psidium* sp., *C. guazumifolia*, *E. uniflora*, *Vitex* sp. e *Inga vulpina*. No geral, a maior parte dos frutos fornecidos foram consumidos, com exceção de *C. guazumifolia* e *Vitex* sp., que tiveram cerca de 1/3 dos frutos consumidos, mas ainda assim foram consumidas em grande número (TABELA 2). Durante a oferta dos frutos, apenas *M. splendens*, *C. guazumifolia*, *P. aculeata* e *Psidium* sp. não tiveram suas sementes cuspidas. Todas as outras espécies tiveram suas sementes cuspidas, em maior ou menor quantidade, mas apenas *Inga vulpina* e *I. marginata* foram contabilizadas nesta situação (TABELA 1).

TABELA 1. Atributos quantitativos da SDE do muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*) em cativeiro. Valores de sementes ofertadas e sementes não consumidas foram estimadas a partir da média de sementes por fruto (exceto para *Eugenia involucrata* e *Pereskia aculeata*, as quais não tiveram a média estimada).

Família	Espécie	Frutos ofertados	Frutos consumidos	Porcentagem de frutos consumidos	*Sementes por fruto	**Sementes ofertadas	**Sementes consumidas	**Porcentagem de sementes consumidas	Sementes cuspidas	Sementes recuperadas até 24h	Sementes recuperadas depois de 24h	Sementes com evidência de predação	Sobrevivência de sementes (%)
Myrtaceae	<i>Myrcia anacardiifolia</i>	4	4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melastomataceae	<i>Pleiochiton</i> sp.	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae	<i>Marlierea tomentosa</i>	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	59	52	88	-	-	-	-	-	4	1	2	-
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i>	28	28	100	-	-	-	-	0	19	3	4	-
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	169	169	100	1,47	248,53	248	100	0	37	0	0	14,9
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.	18	8	44	55,50	999	444	44,44	0	156	0	0	35,1
Myrtaceae	<i>Campomansia guazumifolia</i>	56	23	40	8,75	490	196	40,18	0	3	0	0	1,5
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	50	48	96	1,19	59,38	57	96	-	8	0	0	14,0
Lamiaceae	<i>Vitex</i> sp.	84	29	35	1,00	84	29	34,52	-	2	0	0	6,9
Fabaceae	<i>Inga vulpina</i>	7	7	100	5,00	35	35	100	11	11	0	2	31,4
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	8	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	50	50	100	7,60	380	380	100	157	35	0	0	9,2

* valores médios obtidos de frutos caracterizados em laboratório

** valores estimados a partir da média de sementes por fruto

TABELA 2. Registros de consumo das espécies testadas neste estudo e sua relação com os registros disponíveis na literatura. ¹ Bueno *et al.* (2013) e Bufalo *et al.* (2016); ²Bufalo *et al.* (2016); Células com um hífen (-): não definido por questões taxonômicas (*Ficus* sp.) ou por não terem sido testadas (primeiras três espécies). No caso de *Psidium* sp., não se confirmou a espécie utilizada, mas não é nenhuma das espécies de *Psidium* conhecidamente consumidas ou dispersa pelo animal.

Família	Espécie	Espécie conhecidamente consumida pelo animal? ¹	Espécie conhecidamente dispersa pelo animal? ²	Consumido pelo animal neste estudo?	Dispersa (passou intacta pelo trato?)	Efetivamente dispersa (germinou após passagem no trato?)
Myrtaceae	<i>Myrcia anacardiifolia</i>	x		x	-	-
Melastomataceae	<i>Pleiochiton</i> sp.				-	-
Myrtaceae	<i>Marlierea tomentosa</i>				-	-
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	x		x	x	x
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i>	x		x	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	x		x	x	x
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.			x	x	x
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	x		x	x	
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>			x	x	x
Lamiaceae	<i>Vitex</i> sp.			x	x	
Fabaceae	<i>Inga vulpina</i>			x	x	x
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.					
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	x		x	x	x

Quando comparado o número de sementes defecadas com as consumidas (estimadas pela média), *i.e.*, a sobrevivência das sementes à interação com o animal (SDE quantitativo), *Psidium* sp. e *I. vulpina* apresentaram as maiores taxas de sobrevivência (35,1 e 31,4%, respectivamente). *Eugenia uniflora* e *M. splendens* sobreviveram numa proporção de 14%, enquanto *Vitex* sp. e *C. guazumifolia* tiveram os menores valores (6,9 e 1,5%, respectivamente). Para *E. involucrata* não foi possível estimar o número médio de sementes por fruto. No entanto, foi observado uma amplitude de 2 a 5, com moda 3. Isso permite inferir que, aliado ao alto consumo da espécie pelos muriquis (45 frutos), a defecação de apenas quatro (4) sementes mostra uma baixa taxa de sobrevivência. Para *P. aculeata*, também sem o cálculo de média, a amplitude variou de 3 a 5 sementes por fruto e moda 5, sendo todos os 28 frutos ofertados consumidos. No entanto o número de sementes recuperadas ($n = 19$) é muito maior que em *E. involucrata*.

Constatou-se um número ínfimo de sementes de *P. aculeata* ($n = 2$), *E. involucrata* ($n = 4$) e *I. vulpina* ($n = 2$) com evidência de predação (quebradas, esmagadas) nas fezes. Não houve evidências de predação nas outras espécies, com exceção de *I. marginata*, com 10 das 157 sementes cuspidas predadas. Estes dados, em conjunto com o número de frutos ofertados e consumidos, número de sementes ofertadas e recuperadas nas fezes, podem ser visualizadas na TABELA 1, sendo fundamentais para caracterizar o componente quantitativo da SDE, *i.e.*, o número de sementes dispersas resultantes da interação de um animal com uma planta.

Foi observada maior disposição dos animais ao consumo dos frutos no período do início da manhã (entre as 8 e 9 h). Os frutos testados neste estudo ofertados durante as refeições, as quais incluem diversos frutos cultivados, foram quase ou completamente ignorados. Ademais, acredito que o procedimento de inserção das sementes nos frutos cultivados não tenha sido eficiente, pois os animais identificavam grande parte das sementes, principalmente de *E. involucrata*, cuspidando-as.

TEMPO DE RETENÇÃO NO TRATO DIGESTÓRIO

O tempo de retenção no trato digestório se mostrou superior a 6 h (n = 2 observações). Majoritariamente (n = 9), as sementes foram recuperadas no intervalo de 24h. No entanto, houve dois eventos em que a defecação de sementes dos frutos ofertados ocorreu em um intervalo maior que 24 horas: uma vez com *E. involucrata* e outra com *P. aculeata*. O primeiro evento ocorreu com um macho adulto, que defecou uma semente de *E. involucrata*, enquanto o último ocorreu com a fêmea e o filhote, que defecaram três sementes de *P. aculeata*. Nestes dois casos, os animais receberam os frutos de às 10 h da manhã do dia 19/09/2017, mas suas fezes apresentaram sementes (n = 3 sementes) dois dias depois (21/09), evidenciando um tempo de retenção superior a 24h. No entanto, no segundo caso não foi possível distinguir qual indivíduo (a fêmea adulta ou o filhote) originou as fezes. Nestas duas situações, os animais estavam em recintos separados. Ademais, foi observado que os animais raramente excediam o número de seis defecações por dia.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Ao todo, 698 sementes de nove espécies de plantas tiveram sua germinabilidade e tempo médio de germinação testados em condições de laboratório. Nenhuma dessas espécies era conhecidamente dispersa pela espécie (Tabela 2). O tamanho amostral foi variável, uma vez que dependeu de diversos fatores, como a disponibilidade de frutos (fenologia) e o número de frutos maduros sem sinais de predação aparente, mas variou principalmente em razão da probabilidade de sobrevivência resultante das interações com os animais, *i.e.*, sua SDE quantitativa (ver TABELA 1). Ademais, a relação do número de plantas matrizes, animais testados, sementes recuperadas e submetidas aos testes de germinação em conjunto com as datas de oferta dos frutos, pode ser observada na TABELA 3.

TABELA 3. Número de plantas matrizes que originaram os frutos coletados, número de animais utilizados como modelo e tamanho amostral por tratamento de cada espécie submetida ao teste de germinação. “Defecadas” = Sementes que passaram pelo trato digestório. Sementes do tratamento “Controle” foram despolpadas a mão e lavadas com água, enquanto as “Cuspidas” foram cuspidas pelo animal durante o consumo do fruto.

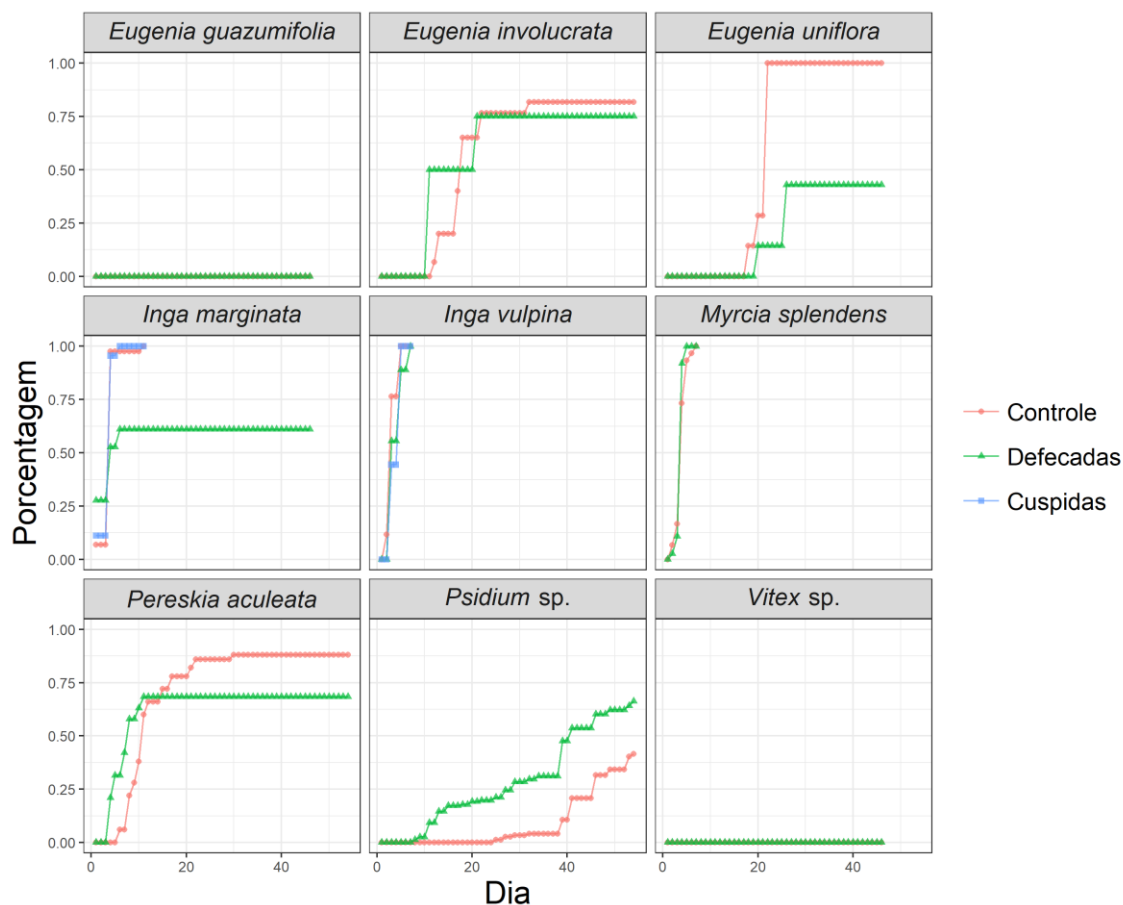
Família	Espécie planta	n° de plantas matrizes	n° de animais testados	Data oferta	Tratamento	Tamanho amostral
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	1	3	19/09/2017	Defecadas	4
					Controle	60
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i>	1	3	19/09/2017	Defecadas	19
					Controle	50
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	3	1	22/02/2018	Defecadas	37
					Controle	32
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.	1	1	22/02/2018	Defecadas	151
					Controle	149
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	4	1	02/03/2018	Defecadas	3
					Controle	16
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	8	1	02/03/2018	Defecadas	7
					Controle	7
Lamiaceae	<i>Vitex</i> sp.	3	1	02/03/2018	Defecadas	3
					Controle	2
					Defecadas	9
Fabaceae	<i>Inga vulpina</i>	6	1	02/03/2018	Controle	17
					Cuspidas	9
					Defecadas	36
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	4	1	23/03/2018	Controle	45
					Cuspidas	43

TABELA 4. Porcentagem de germinação de sementes controle, defecadas e cuspidas pelo muriqui-do-sul em cativeiro. Número de sementes testadas em parênteses. Diferenças significativas em negrito. (+) = aumento da porcentagem de germinação, (-) = diminuição.

Espécie	Controle [%(n)]	Defecadas [%(n)]	Cuspidas [%(n)]	Teste Exato de Fisher	Efeito
<i>Eugenia involucrata</i>	82 (60)	75 (4)		p = 0,5739	
<i>Pereskia aculeata</i>	88 (50)	68 (19)		p = 0,0769	
<i>Myrcia splendens</i>	100 (30)	100 (37)		-	
<i>Psidium</i> sp.	42 (149)	66 (151)		p < 0,0001	(+)
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	0 (16)	0 (3)		-	
<i>Eugenia uniflora</i>	100 (7)	57 (7)		p = 0,0699	
<i>Inga vulpina</i>	100 (17)	100 (9)		-	
	100 (17)		100 (9)	-	
		100 (9)	100 (9)	-	
<i>Vitex</i> sp.	0 (3)	0 (2)		-	
<i>Inga marginata</i>	100 (44)	61 (36)		p < 0,0001	(-)
	100 (44)		100 (45)	-	
		61 (36)	100 (45)	p < 0,0001	(+)

No geral, a passagem das sementes pelo trato digestório do muriqui-do-sul teve um efeito neutro em relação a germinabilidade da maioria das espécies (TABELA 4). A única espécie em que houve um aumento da germinabilidade nas sementes defecadas foi *Psidium* sp. (Fisher Exact test, $p < 0,0001$), ao passo que *Inga marginata* apresentou uma diminuição nas sementes defecadas ($p < 0,0001$). No entanto, as sementes cuspidas desta espécie apresentaram maior germinabilidade em relação às defecadas ($p < 0,0001$). A germinabilidade acumulada de cada espécie pode ser visualizada na FIGURA 2.

FIGURA 2. Germinação acumulada das espécies dispersas pelo muriqui-do-sul em situação experimental no Zoológico Municipal de Curitiba.



Os dados de tempo médio de germinação (t_m), por sua vez, podem ser visualizados na Tabela 5. Apesar de não ter sua germinabilidade aumentada, *P. aculeata* teve um tempo médio de germinação menor quando defecadas (Mann–Whitney U test, $W = 504$, $p < 0,0001$). *Psidium sp.*, além da germinabilidade aumentada, também teve seu tempo médio de germinação diminuída ($W = 4760$, $p < 0,0001$). Em relação à *I. marginata*, enquanto a germinabilidade diminuiu, evidenciando um efeito negativo, o tempo médio de germinação diminuiu, evidenciando um efeito positivo do dispersor ($W = 602,5$; $p = 0,0198$). Quando comparadas as sementes defecadas com as cuspidas, esta espécie teve menor tempo de germinação média quando defecada ($W = 373$; $p = 0,0431$).

Ademais, *I. marginata* apresentou sementes germinadas dentro do fruto, sendo encontradas sementes germinadas em todos os controles (sementes controle, defecadas e cuspidas). Padrão similar segue as sementes com evidências de infestação por larvas: praticamente um terço das sementes

apresentavam furos ou raspagens na semente. Portanto, sementes germinadas e com evidências de infestação foram encontradas em todos os tratamentos (controle, cuspidas e defecadas).

Tabela 5. Tempo médio de germinação (t_m) de sementes controle, defecadas e cuspidas pelo muriqui-do-sul em cativeiro. Número de sementes testadas em parênteses. No caso de três amostras, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Diferenças significativas em negrito. (+) = aumento do tempo de germinação, (-) = diminuição.

Espécie	Controle [t_m (n)]	Defecadas [t_m (n)]	Cuspidas [t_m (n)]	Teste de Mann-Whitney	Effect
<i>Eugenia involucrata</i>	17,9 (60)	14,33 (4)	-	W = 108, p = 0,1726	
<i>Pereskia aculeata</i>	12 (50)	6,54 (19)	-	W = 504, p < 0,0001	(-)
<i>Myrcia splendens</i>	4,13 (30)	3,95 (37)	-	W = 618,5, p = 0,3251	
<i>Psidium</i> sp.	43,34 (149)	31,51 (151)	-	W = 4760, p < 0,0001	(-)
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	0 (16)	0 (3)	-	-	
<i>Eugenia uniflora</i>	21,1 (7)	24 (7)	-	W = 5,5, p = 0,1726	
<i>Inga vulpina</i>	3,35 (17)	4,11 (9)	4,11 (9)	$\chi^2 = 3,7968$; p = 0,1498	
<i>Vitex</i> sp.	0 (3)	0 (2)	-	-	
	3,95 (44)	2,90 (36)	3,76 (45)	$\chi^2 = 6,8886$; p = 0,0319	
<i>Inga marginata</i>	3,95 (44)	2,90 (36)		W = 602,5; p = 0,0198	(-)
	3,95 (44)		3,76 (45)	W = 988,5; p = 0,7656	
		2,90 (36)	3,76 (45)	W = 373; p = 0,0431	(+)

Poucas diferenças foram observadas em relação ao primeiro e último dia de germinação. O primeiro dia de germinação foi significativamente diferente nas mesmas espécies em que houve diferenças no tempo médio de germinação, com exceção de *P. aculeata*, que não teve réplicas suficientes para o teste (Tabela 6). Nenhum efeito foi observado para o último dia de germinação (Tabela 7). A estatística descritiva dos dados obtidos encontra-se em Anexo 3. Meus dados aumentaram o número de espécies testadas quanto à germinabilidade pelo muriqui-do-sul em 9 espécies.

Tabela 6. Média do tempo da germinação ao primeiro dia (t_0) de sementes controle, defecadas e cuspidas pelo muriqui-do-sul em cativeiro. Desvio padrão entre parênteses. No caso de três amostras, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Diferenças significativas em negrito. (+) = aumento do tempo de germinação, (-) = diminuição.

Espécies	Controle [t_0 (SD)]	Defecadas [[t_0 (SD)]	Cuspidas [t_0 (SD)]	Teste de Mann-Whitney	Efeito
<i>Eugenia involucrata</i>	11	12	-	-	
<i>Pereskia aculeata</i>	6	5,5 (2,12)	-	-	
<i>Myrcia splendens</i>	3 (1)	3 (0,81)	-	-	
<i>Psidium</i> sp.	27,5 (3,40)	9 (1,41)	-	W = 16; p = 0,0284	(-)
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	-	-	-	-	
<i>Eugenia uniflora</i>	19	23	-	W = 0,5; p = 0,4142	
<i>Inga vulpina</i>	2,5 (0,58)	3 (0)	3 (0)	$\chi^2 = 3,375$, p = 0,185	
<i>Vitex</i> sp.	-	-	-	-	
	3 (1,5)	1 (0)	2,67 (1,58)	$\chi^2 = 7,5498$, p = 0,0229	
<i>Inga marginata</i>	3 (1,5)	1 (0)		W = 52,5; p = 0,0098	(-)
	3 (1,5)		2,67 (1,58)	W = 45; p = 0,6762	
		1 (0)	2,67 (1,58)	W = 14, p = 0,0252	(+)

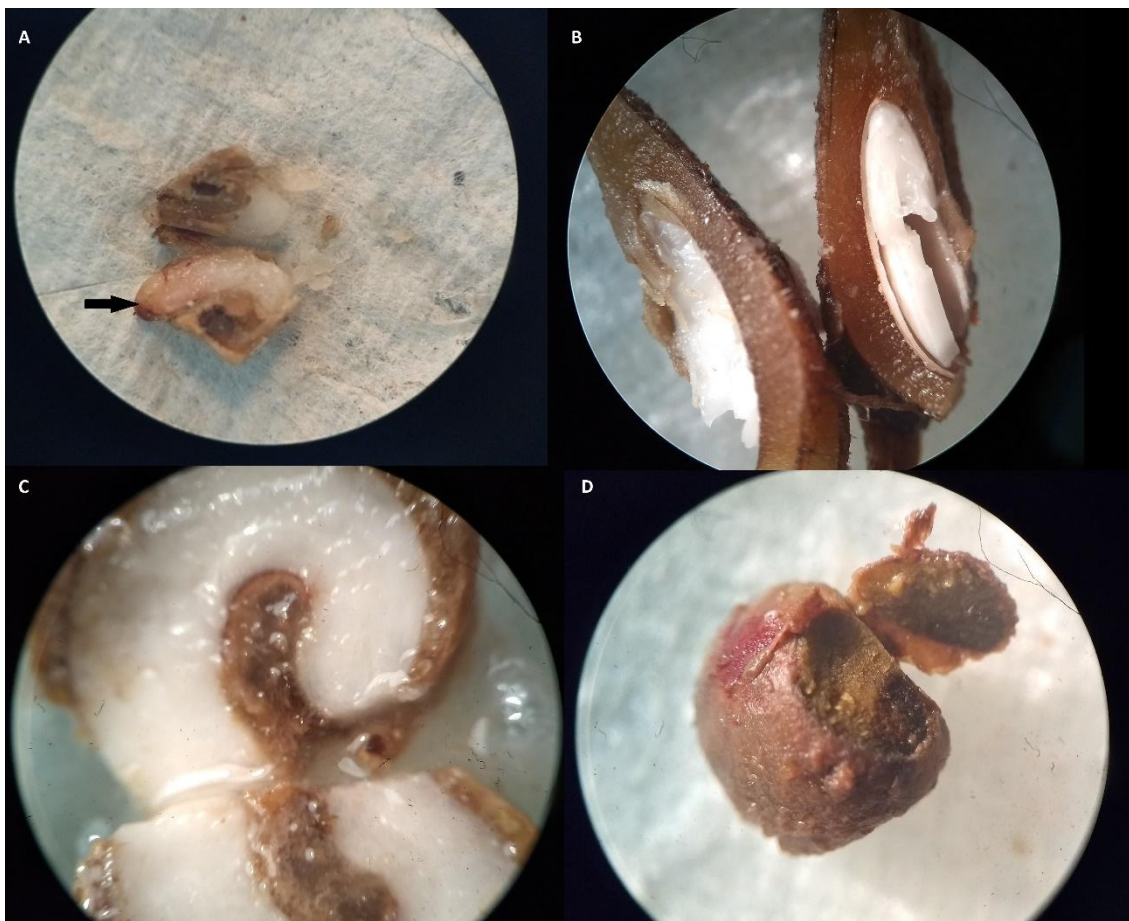
Tabela 7. Média da germinação ao último dia (t_9) de sementes controle, defecadas e cuspidas pelo muriqui-do-sul em cativeiro. Desvio padrão entre parênteses. No caso de três amostras, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Diferenças significativas em negrito. (+) = aumento do tempo de germinação, (-) = diminuição.

Espécies	Controle [t_9 (SD)]	Defecadas [t_9 (SD)]	Cuspidas [t_9 (SD)]	Teste de Mann-Whitney	Efeito
<i>Eugenia involucrata</i>	21	32	-	-	
<i>Pereskia aculeata</i>	30	9,5 (2,12)	-	W = 2; p = 0,6667	
<i>Myrcia splendens</i>	5,5 (1)	4,5 (0,58)	-	W = 13; p = 0,1336	
<i>Psidium</i> sp.	53,5	53,5	-	-	
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	-	-	-	-	
<i>Eugenia uniflora</i>	22 (0)	26 (0)	-	W = 0; p = 0,1939	
<i>Inga vulpina</i>	4,5 (1)	5,67 (1,15)	5 (0)	$\chi^2 = 2,625$, p = 0,2691	
<i>Vitex</i> sp.	-	-	-	-	
	4,79 (2,33)	4,14 (1,68)	4,44 (0,88)	$\chi^2 = 0,1555$; p = 0,9252	
<i>Inga marginata</i>	4,79 (2,33)	4,14 (1,68)		-	
	4,79 (2,33)		4,44 (0,88)	W = 37; p = 0,6831	
		4,14 (1,68)	4,44 (0,88)	W = 30; p = 0,8965	

TESTE DO TETRAZÓLIO

O teste de tetrazólio foi aplicado para *Psidium* sp., *C. guazumifolia*, *E. uniflora* e *Vitex* sp. No caso de *I. vulpina* e *M. splendens*, todas as sementes germinaram e, para *I. marginata*, as sementes que não germinaram foram decompostas (sementes inviáveis). Apenas *Psidium* sp. apresentou sementes viáveis depois de submetida ao teste, em ambos os tratamentos. Não obstante, essa foi uma das espécies que mais permaneceu no teste de germinação (t = 54 dias), contabilizando germinações até o último dia em ambos tratamentos (controle e defecadas). As fotos das sementes das espécies testadas podem ser visualizadas na FIGURA 3.

FIGURA 3. Teste de tetrazólio nas sementes não germinadas após o período de 45 dias no teste de germinação. (A) *Psidium* sp.; (B) *Vitex* sp.; (C) *Eugenia guazumifolia*; (D) *Eugenia uniflora*. Em (A) é possível visualizar a radícula corada de rosa (seta), evidenciando atividade enzimática e, portanto, viabilidade da semente. Em (B) e (C) é possível constatar o aspecto leitoso e de coloração branca do embrião e/ou seu endosperma, caracterizando inviabilidade da semente. Por fim, em (D) consta uma semente com o embrião morto e em processo de decomposição.



TESTES DE ESTABELECIMENTO

Uma vez que as sementes de *M. splendens* e *I. vulpina* germinaram em totalidade e, devido a condições logísticas propícias, foi realizado um experimento complementar. Por cerca de 3 semanas (de 12 a 29 de março), as espécies *M. splendens* (12 a 19/03) e *Inga vulpina* (19 a 29/03) foram avaliadas (Tabela 8). A sobrevivência das mudas de *M. splendens* no período de uma semana foi de 86% para ambos os tratamentos, mas não houve estabelecimento (*i.e.* lançamento do primeiro par de folhas).

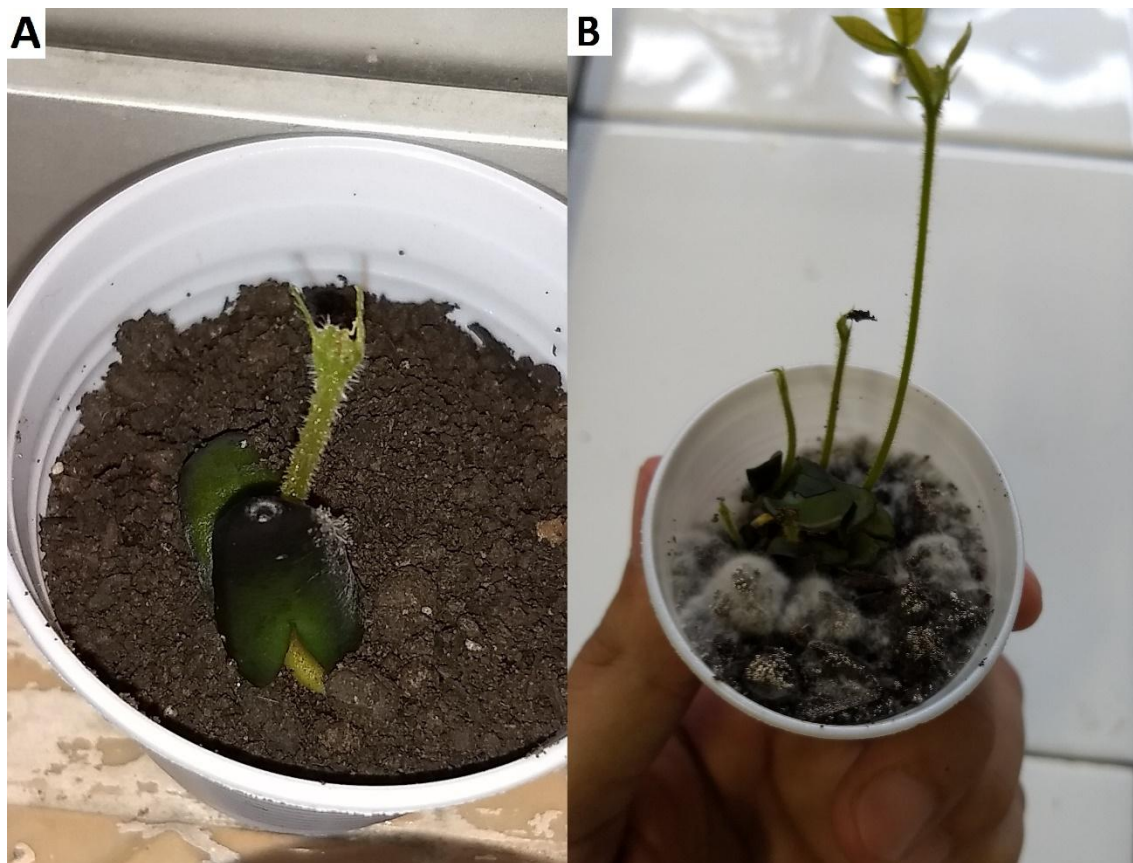
Tabela 8. Porcentagem de sobrevivência e estabelecimento de mudas de *Myrcia splendens* e *Inga vulpina* durante uma e três semanas (respectivamente) em situação experimental.

Espécie	Tratamento	Sobreviveu	Não Sobreviveu	Estabeleci das	Não Estabelecidas
<i>Myrcia splendens</i>	Defecadas	86,49	13,51	0	100
	Controle	86,67	13,33	0	10
<i>Inga vulpina</i>	Defecadas	57,14	42,86	40	60
	Controle	93,75	6,25	57,14	42,86
	Cuspidas	66,67	33,33	100	0

Tanto a sobrevivência quanto o estabelecimento tiveram o mesmo padrão para *I. vulpina*, não ocorrendo diferenças significativas entre os tratamentos (Fisher Exact, Sobrevivência: $p = 0,2$; Estabelecimento: $p = 0,0764$). O estabelecimento de algumas mudas dessa espécie ocorreu logo após uma semana. É importante notar, no entanto, que esta espécie, ao germinar, a unidade de semente se “quebra” em diversas partes, emitindo raízes. Depois de um período de tempo, é observado mais de um embrião lançando seus cotilédones (FIGURA 4). No fim da terceira semana, a presença de fungos e a contração do substrato, provavelmente devido à baixa capacidade de manter a umidade, culminaram na interrupção deste teste. Os dados morfológicos mensurados se encontram no

Anexo 2.

FIGURA 4. Sementes de *Inga vulpina* (A) de aspecto normal, emitindo um único embrião e (B) com aspecto “quebrado”, emitindo mais de um embrião.



4. DISCUSSÃO

CONSUMO DAS ESPÉCIES OFERTADAS

Quanto à disposição de consumo dos frutos por parte dos animais, algumas recusas ou até mesmo o baixo consumo de alguns frutos pode ter sido agravada pelo fato de muitos dos animais não reconhecerem os frutos e por nunca os terem consumido na natureza ou no cativeiro.

A baixa sobrevivência das sementes de *C. guazumifolia* e *Vitex* sp. resultante da interação com o miquiqui-do-sul sugerem que o SDE quantitativo do miquiqui é baixo para essas espécies. Mesmo após o consumo de um grande número de frutos observa-se uma baixa quantidade de sementes defecadas, evidenciando a predação das mesmas. Além disso, essas espécies também não germinaram. Para *C. guazumifolia*, por exemplo, um grande número de frutos foi coletado e ofertado, quase metade foi consumido pelo animal, mas apenas três sementes foram recuperadas. No entanto, em um teste adicional, forneci 10 frutos (c.a. 90 sementes) de *C. guazumifolia* para *Ateles marginatus*, um dos primatas mais frugívoros do Neotrópico (HAWES; PERES, 2014), e não recuperei nenhuma semente. Um padrão similar foi observado para *Vitex* sp e *E. involucrata*, mas apesar de ser quantitativamente pouco dispersa, *E. involucrata* germinou após ser defecada. De qualquer forma, a maior variação na SDE ocorre na paisagem quantitativa (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010), a qual acaba sendo definitiva para a eficiência de dispersão.

O baixo número de sementes predadas já era esperado, visto que muitos primatas, principalmente os Atelidae (PERES; ROOSMALEN, 2002; FUZESSY *et al.*, 2016), dispersam sementes sem danificá-las (CHAPMAN; RUSSO, 2007). Além disso, evidências do Parque Estadual Carlos Botelho mostram que o miquiqui-do-sul não danifica as sementes dispersas (BUENO, 2010). No estudo de Bueno (2010), a única espécie danificada foi *Ocotea catharinensis*, caracterizada por possuir uma semente única e grande por fruto. Em meu estudo, as espécies testadas tiveram um tamanho que não excedeu 13 mm (Anexo 4), sendo *I. vulpina* a espécie com as maiores sementes.

Apesar de não ter sido mensurada, a semente de grande tamanho foi provavelmente engolida em decorrência do arilo, com apenas duas sementes apresentando evidências de predação, e mais de 30% das sementes consumidas tendo sido defecadas.

O método de inserção das sementes no interior dos frutos cultivados se mostrou ineficiente. Nos meus testes, tanto a banana como o mamão não foram eficientes em facilitar o consumo da espécie de planta testada (*E. involucrata*), pois os animais identificavam a semente (a qual possui c.a. 5-10 mm, Carvalho, 2009) e cuspiam a maioria das sementes inseridas. Não foi utilizado nenhum parâmetro quantitativo para essa avaliação, mas no geral demonstram reconhecer a presença de itens exógenos nos frutos. O tamanho da semente é um fator restritivo, definindo muitas vezes se a semente é consumida, cuspidada ou derrubadas *in situ* por primatas (TERBORGH, 1983 *apud* JORDANO, 2000). No entanto, há evidências de consumo de sementes maiores que 30 mm pelo muriqui-do-sul na natureza (BUENO, 2010).

Em relação à observação da alta quantidade de sementes de *E. involucrata* (não contabilizado) cuspidadas pelo muriqui-do-sul em cativeiro, Bueno (2010) encontrou a mesma relação para uma espécie de *Eugenia* no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB): com frutos e sementes grandes (>30mm e >10mm, respectivamente), a espécie teve suas sementes engolidas em cerca de 1/3 dos registros de consumo, sendo que no restante dos registros os frutos foram processados na boca e a semente cuspidada sem a polpa. Ademais, quando comparadas as larguras das sementes de cinco espécies dispersas pelo muriqui no PECB com as disponíveis na comunidade, observa-se que as sementes dispersas são menores (BUENO, 2010). Apesar de ter-se notado neste estudo que as sementes consumidas pelo muriqui tendem a ser menores, principalmente durante os testes com *E. involucrata*, as sementes defecadas e/ou cuspidadas não foram mensuradas no presente trabalho.

Vale notar, no entanto, que o mesmo autor encontrou a relação inversa para *Campomanesia guaviroba*, pois estes supostamente consumiram os maiores frutos (que por sua vez possuem maiores sementes) com mais avidéz que os pequenos, fazendo com que as sementes defecadas fossem maiores que as coletadas nos frutos obtidos do chão. No caso de *C. guazumifolia*, espécie congênera e muito similar a *C. guaviroba*, as únicas três sementes

defecadas aparentaram ser menores que a média, possuindo formato discoide e bastante achatado. Não obstante, não foi notado o consumo “com avidez” no caso de *C. guazumifolia*.

Da mesma maneira que *E. involucrata*, as duas espécies de ingá também foram cuspidas, mas ainda assim tiveram um destacado nível de consumo. *Inga vulpina*, por exemplo, teve dois terços suas sementes consumidas, mesmo tendo grande tamanho. Nestes dois casos, a presença de um arilo em torno da semente pode ser fator relevante na ingestão das mesmas. *Inga* spp. e *Eugenia* spp. fazem parte da lista de espécies de plantas de sementes grandes que podem depender da dispersão por primatas e que sofrerão baixas no recrutamento caso seus dispersores de corpo grande (como o miqui) sejam extintos em razão da caça, por exemplo (PERES; ROOSMALEN, 2002).

Em relação a literatura de ecologia alimentar e dispersão de sementes conhecida para o miqui-do-sul e seguindo o critério de dispersão de Bufalo *et al.* (2016), *i.e.*, se as sementes passaram intactas pelo trato digestório, os testes carreados no presente estudo aumentam em oito (8) o número de espécies com sementes dispersas (apenas *I. marginata* era conhecida dispersa), das quais cinco (5) espécies eram apenas conhecida consumidas pelo miqui-do-sul. Quatro espécies testadas (*Psidium* sp., *E. uniflora*, *Vitex* sp. e *I. vulpina*) sequer possuíam registro de consumo.

O fato de determinada espécie dispersora defecar sementes intacta não necessariamente significa que a planta se tornará adulta (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Por exemplo, no presente estudo, *C. guazumifolia* e *Vitex* sp., depois de defecadas, não germinaram. Além disso, ambas tiveram baixo número de sementes dispersas pelo miqui. Isso dá maior peso para a definição de dispersão eficiente de Schupp, Jordano e Gómez (2010) ao se contabilizar pela dispersão ou não de uma determinada espécie de planta por uma determinada espécie de primata. Por fim, as quatro espécies de plantas (*Psidium* sp., *E. uniflora*, *Vitex* sp. e *I. vulpina*) que não possuíam registros de consumo *in natura* indicam um potencial de consumo destas ao longo da distribuição do miqui-do-sul, a julgar pela quantidade de frutos consumidos (ver TABELA 1). Portanto, a maioria das espécies foram dispersas após a interação com o primata, e apenas duas espécies não germinaram, somando

evidências para caracterizar o muriqui-do-sul como dispersor quantitativo e qualitativo, respectivamente, dessas espécies de plantas.

TEMPO DE RETENÇÃO NO TRATO DIGESTÓRIO

O tempo de retenção no trato digestório reflete a ligação entre a fisiologia da digestão e a ecologia alimentar, elucidando padrões cinéticos dos itens consumidos e, portanto, a estrutura e função do sistema digestório de determinada espécie. Assim, a mensuração do tempo em que determinado item alimentar permanece no trato digestório de um animal pode revelar como o mesmo a processa e por consequência pode revelar sua complexidade (CHIEVERS; HLADIK, 1984; TALEBI, 2005). A estratégia digestiva, por fim, influencia no processo de dispersão de sementes, determinando principalmente o tratamento da semente no trato digestório e a distância de dispersão da planta mãe (FUZESSY *et al.*, 2016; FUZESSY; JANSON; SILVEIRA, 2017).

O muriqui-do-sul possui um intervalo de retenção no trato digestório que varia de 8h (MILTON, 1984) a 18h (14 ± 4 h; Martins, 2006). No entanto, há evidências de duas modalidades de passagem no trato: uma “rápida” e uma “longa”, sendo que a “longa” chega a 47 horas em indivíduos semi-cativos (TALEBI, 2005). O uso das sementes como marcadores confirmou o tempo de retenção no trato digestório superior a 6h e também um tempo superior a 24h. O tempo superior (>24h) de retenção foi observado em uma fêmea adulta. Ambos os resultados vão de acordo com o esperado para indivíduos semi-cativos (TALEBI, 2005) e se devem provavelmente a diferenças na disponibilidade de alimentos e dieta em natureza e no cativeiro, os quais podem alterar o tempo de retenção do trato digestório dependendo da quantidade de alguns componentes, como fibras, por exemplo e também a ontogenia e estado fisiológico do animal (MILTON, 1984; TALEBI, 2005).

Ademais, com base em um animal (o macho, alocado em um recinto diferente), foi possível notar que, ao contrário das 10 a 14 defecações por dia esperadas para o muriqui-do-sul, tanto em vida livre quanto em condições de cativeiro (MILTON, 1984; TALEBI, 2005), esse número raramente excedia cinco defecações. Há evidências de que o efeito do tempo de retenção no trato digestivo (escarificação das sementes) parece ser afetado pela composição

química dos outros itens alimentares consumidos em conjunto com os frutos (STEVENSON *et al.*, 2002; TRAVESET; VERDÚ, 2002; TALEBI, 2005). Ademais, se considerarmos que o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal pode ser influenciado por viver em vida livre ou em cativeiro, não se descarta a possibilidade de haver algum efeito dos itens alimentares consumidos diariamente pelos animais que, em conjunto com seus padrões de atividade física (muito menores em cativeiro), também afetem a digestibilidade dos alimentos, diminuindo ou aumentando o número de defecações por dia e também alterando a cinética do trato digestório.

Uma melhor compreensão de como a fisiologia das sementes é afetada durante a retenção no trato digestório poderia esclarecer a importância dos primatas na germinação de sementes, aptidão das plantas e distribuição espacial das mesmas (FUZESSY *et al.*, 2016). Tarszisz *et al.* (2018), por exemplo, estudaram a germinabilidade de sementes defecadas por orangotangos e notaram que, dependendo do tempo que a semente fica retida no trato digestório, pode haver um efeito benéfico (pouco tempo no trato) ou maléfico (muito tempo no trato, até 133 horas) na germinabilidade. As diferenças do tempo de retenção sob a germinabilidade das sementes não foram acessadas nesse estudo. No entanto, o trânsito lento no intestino do miqui está provavelmente associado com alimentos de difícil digestão (parede celular da célula vegetal, presente em grande quantidade em folhas, por exemplo) e as sementes indigeríveis provavelmente passam mais rápido em ordem de não sobrecarregar o sistema digestório (TALEBI, 2005), tornando baixa a probabilidade de retenção das sementes por longos períodos, ao contrário do encontrado por Tarszisz *et al.* (2018) para os orangotangos. Esta característica de dispersar as sementes de maneira relativamente rápida é parte da estratégia e ecologia alimentar do miqui-do-sul e não só possibilita uma alta flexibilidade alimentar, mas também por consequência soma evidências para caracterizá-lo como um efetivo dispersor de sementes.

Por fim, destaca-se a importância de avaliar o tempo de retenção do trato digestório do miqui-do-sul e dos outros primatas em estudos que acessam a germinação de sementes. Este parâmetro auxilia a compreensão do tempo de exposição da semente ao trato digestório e seu conteúdo e também permite uma melhor previsão de coleta das fezes em situações experimentais

como a deste estudo, potencializando a avaliação do número real de sementes que são defecadas intactas pelos animais.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

O despulpamento de frutos pode ser considerado um serviço positivo oferecido pelo dispersor à planta, uma vez que a polpa pode conter inibidores de germinação (BASKIN; THOMPSON; BASKIN, 2006; BASKIN; BASKIN, 2004; SAMUELS; LEVEY, 2005). Dessa maneira, tanto o aumento da germinabilidade quanto a diminuição do tempo médio de germinação podem ser vistos como efeitos positivos fornecidos pelo dispersor no contexto da SDE. No entanto, o tempo de germinação, prolongado ou reduzido de acordo com o efeito da retenção no trato digestivo, representará uma vantagem adaptativa dependendo das condições ambientais (TRAVESET, 1998; BARNEA; YOM-TOV; FRIEDMAN, 1991) sendo que a diminuição do tempo de germinação só será vantajosa se a probabilidade da semente se tornar inviável ou ser predada for relativamente constante (SCHUPP, 1988 *apud* BUENO, 2010). De qualquer maneira, seguirei considerando a diminuição do tempo médio de germinação como um efeito positivo do dispersor (FUZESSY *et al.*, 2016). Assim, do ponto de vista do subcomponente qualitativo que aqui se insere (o principal subcomponente avaliado no presente estudo), a maior parte dos efeitos significativos na germinabilidade e tempo médio de germinação foram positivos ou neutros para as espécies testadas, com exceção de *I. marginata*.

Das espécies testadas, apenas *E. involucrata*, *P. aculeata* e *Psidium* sp. foram testadas com uma única matriz. Sabe-se que a genética da planta mãe pode interferir nos resultados caso apenas uma matriz seja utilizada para os testes (DONOHUE, 2009). Desta forma, em algum sentido os resultados dos testes destas espécies podem ter sido enviesados devido ao *pool* genético da planta mãe.

A única espécie que teve seu sucesso de germinação maior quando defecada foi *Psidium* sp. Como o efeito da escarificação química foi neutro na maioria dos casos e, quando não neutro, pouco diferente do controle, é prudente considerar que as espécies testadas provavelmente possuem um padrão de dispersão generalista (HERRERA, 1985), com exceção de *C.*

guazumifolia e *Vitex* sp., que depois de dispersas não germinaram. Entretanto, a condição controle também não apresentou germinação para ambas. Assim, para *C. guazumifolia* infere-se que as sementes estavam em estado de dormência e que a dispersão pelo muriqui – e provavelmente por outros primatas - não é um fator que quebre a dormência. É possível que as condições pós-dispersão não tenham sido favoráveis às duas espécies, o que pode ter resultado na morte do embrião (não se descarta, também, o ataque por fungos). O mesmo se infere para *Vitex* sp., no entanto este caso também pode ser atribuído ao *pool* gênico da planta mãe, pois esta espécie foi testada com apenas uma matriz. Não obstante, o baixo número de sementes defecadas também pode enviesar esse resultado.

Sementes dispersas sob a planta mãe pelos dispersores não terão tanto sucesso quanto as dispersas a maiores distâncias (COMITA *et al.*, 2014). Assim, mesmo que consideremos o sucesso de germinação das sementes cuspidas pelo muriqui-do-sul (*I. marginata* e *I. vulpina* germinaram 100% quando cuspidas), supõe-se que a efetividade de dispersão do muriqui-do-sul não seja grande nesta situação (cuspidos), sendo similar a efetividade de outros animais que consomem apenas a polpa ou o arilo e depositam as sementes sob a planta mãe. Além disso, as sementes controles também germinaram em sua totalidade. Assim, o serviço de dispersor do muriqui tange tanto o despoldamento do fruto (SAMUELS; LEVEY, 2005) quanto o movimento horizontal de dispersão para longe da planta conspécifica (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010) para essas duas espécies de plantas, no entanto provavelmente não é efetivo nos casos em que é derrubado sob a copa da árvore-mãe.

A dispersão para longe da planta mãe é considerada um serviço positivo na dispersão de sementes, pois evita-se a competição com indivíduos conspécificos (modelo de Janzen-Connel), situação qual, para muitas espécies, inviabiliza o estabelecimento de todas as sementes caídas sob a copa da planta-mãe (CHAPMAN, 1995). A distância de dispersão da semente (da planta mãe até o local de sua deposição) está altamente correlacionada com o tempo de retenção no trato digestório (TT) e na área de vida de primatas (FUZESSY; JANSON; SILVEIRA, 2017). O muriqui-do-sul tem altos níveis de deslocamento diário, chegando a distâncias de até 1400m (MILTON, 1984) por dia em

Barreiro Rico (SP), com média de 630m. Estes fatores são ligados principalmente à sua estratégia alimentar que tende a frugivoria (TALEBI, 2005). Portanto, tende a dispersar sementes a grandes distâncias. Assim, por mais que o efeito de uma determinada etapa de dispersão seja negativa em relação ao controle, como no caso de *I. marginata*, onde houve diminuição da germinabilidade das sementes defecadas, deve-se levar em conta também que esse efeito negativo não reduz a SDE do primata a “zero”, pois o animal acaba levando a semente para longe da planta mãe.

No contexto da remoção da polpa do fruto, é possível acessar a variabilidade que o miqui (e provavelmente outros primatas) pode gerar sobre a germinação de sementes ao cuspi-las. A porcentagem de germinação de *I. marginata*, por exemplo, diminuiu depois de consumida, mas as sementes cuspidas se mostraram 100% viáveis. Para esta espécie, o trato digestório pode ser um fator que diminui sua viabilidade, mas a planta beneficia-se da distância de dispersão, sendo impossível concluir que o primata seja um dispersor ineficaz no contexto da SDE qualitativa. Além disso, as sementes defecadas germinaram mais rápido, evidenciando o efeito de escarificação química pelo miqui. Assim, nessa espécie, ambas as situações – defecadas e cuspidas – podem representar um aumento na aptidão da planta, apesar da sobrevivência sob a planta mãe ser improvável. O mesmo é válido para *I. vulpina*, com exceção de que não há diminuição da germinabilidade ou do tempo de germinação.

Já se especulava quanto à dispersão efetiva de *P. aculeata* por *B. arachnoides*, especialmente por esta espécie ter sido relatada como um recurso muito importante na dieta de uma população durante o inverno no município de Barreiro Rico (SP) (MARTINS, 2006). Essa espécie foi vista sendo dispersa em todas as ocasiões em outros locais exceto abaixo de plantas conspécificas (MARTINS, 2006). Apesar de não ter sua germinabilidade afetada, *P. aculeata* também germina mais rápido quando dispersa pelo miqui-do-sul. Essas informações providenciam evidências de que a espécie de planta pode ser efetivamente dispersa pelo miqui-do-sul e provavelmente por outros primatas frugívoros e folívoros-frugívoros.

Os dados de germinação de sementes dispersas por *B. arachnoides* em relação às despulpadas manualmente disponíveis na literatura (*i.e.*, todas as

espécies de plantas testadas) podem ser visualizados no Anexo 1. Como é possível observar, são poucos os estudos (n = 5) que acessam a germinação de sementes despulpadas manualmente em comparação com as defecadas (pós consumo). Esses estudos acessaram a germinabilidade de 21 espécies de plantas (22 comparações par-a-par). Dessa forma, meus dados fazem uma contribuição singular, elevando este número a 31 espécies e 32 comparações par-a-par, um aumento de cerca de 50% em ambas as variáveis.

Excetuando o estudo de Moraes & Paoli (1995) que não fazem comparações par-a-par, meus dados aproximaram a média de germinação controle (de 60,95% para 65,51%) da média de germinação das sementes defecadas (de 65,61% para 65,78%), mostrando uma relativa neutralidade do primata quanto a germinabilidade. Faz-se necessário uma comparação simplista visto que há poucas comparações par-a-par para testar um tamanho de efeito estatisticamente confiável (e.g. FUZESSY *et al.*, 2016). Essa informação mostra que o primata tende a ser neutro em relação a germinabilidade, confirmando a maior parte dos dados observados no presente estudo, no entanto não condizente com o aumento da germinação na maioria das espécies encontrado por Moraes (1992) no PECB. A saber, 9 das 12 espécies testadas por este autor tiveram germinabilidade maior quando defecadas. Considerando o aumento considerável de informações sobre a germinabilidade de sementes após o consumo pelo muriqui-do-sul e visto a relativa escassez dos mesmos, meus dados fazem uma contribuição singular para a compreensão de *B. arachnoides* como dispersor efetivo de sementes.

TESTE DO TETRAZÓLIO

Tendo em vista que poucos estudos de dispersão de sementes utilizam o teste de Tetrazólio e que a aplicação da mesma é uma necessidade ímpar para os estudos de ecologia de dispersão (FUZESSY *et al.*, 2016), este estudo pode ter sido o primeiro a utilizá-lo para estudos de efetividade de dispersão em primatas. Apesar de apenas uma espécie de planta ter sido constatada com embriões vivos depois do período de testes (*Psidium* sp.), destaca-se que com este método pode-se descartar o processo de dormência em todas as espécies testadas.

ESTABELECIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS

Os padrões de deposição de sementes por frugívoros afetam diretamente a sobrevivência e o estabelecimento das mudas (HOWE; SCHUPP, 1985; JORDANO, 2000; SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Esse processo envolve uma sequência de eventos consecutivos que passam da polinização, desenvolvimento do fruto, dispersão e germinação de sementes viáveis até a emergência das sementes e seu consequente crescimento (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Sementes não removidas por frugívoros quase sempre terão probabilidade muito baixa de sobreviver caso caiam imediatamente abaixo da planta mãe, até mesmo a curto prazo (COMITA *et al.*, 2014). Dessa forma, ainda que Fuzessy *et al.* (2016) mostrem um efeito positivo na germinação de sementes por primatas neotropicais, isto não pode ser extrapolado para a taxa de estabelecimento de mudas. Ainda, outras variáveis como a atividade de dispersores secundários, predadores de semente, patógenos e condições climáticas também são determinantes no estabelecimento de sementes de árvores neotropicais (FUZESSY *et al.*, 2016 e referências ali citadas).

A dispersão de sementes por primatas possui consequências em nível populacional e de comunidades. Em nível populacional, a dispersão resulta na colonização de locais de recrutamento potenciais e delimitam a distribuição espacial da prole e consequentemente sua demografia (CHAPMAN; RUSSO, 2007). O padrão de recrutamento de mudas/prole também é determinado pela disponibilidade e disposição espacial de locais adequados para o estabelecimento da muda e as interações entre o ambiente e o nicho de regeneração da planta (CHAPMAN; RUSSO, 2007), fator crítico para plantas de sementes pequenas e heliófilas que recrutam melhor em locais abertos, mas também para espécies com sementes grandes e tolerantes à sombra que possuem requerimentos de elevação (altitude) ou relacionados ao solo em seu habitat (CHAPMAN; RUSSO, 2007).

Primeiramente, um ponto deve ser esclarecido: no contexto da SDE, não importa quantas sementes foram dispersas, pois a dispersão só será efetiva se pelo menos uma plântula for produzida (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2017).

Dessa maneira, por mais que o muriqui tenha apresentado resultados basicamente neutros ou benéficos nos testes de germinação para as plantas testadas, é de fundamental importância que se avalie estabelecimento das mudas a partir das sementes dispersas. Neste sentido, ambas as espécies testadas no processo de estabelecimento tiveram uma boa taxa de sobrevivência, no entanto apenas *I. vulpina* estabeleceu, apesar disto ter se dado por características da planta e pelo pouco período em que *M. splendens* ficou sujeita ao teste. Assim, as plântulas de *M. splendens* e *I. vulpina* tiveram sobrevivência similar entre os tratamentos (defecadas e controle), não havendo motivo para inferir que o processo de dispersão influencia na sobrevivência ou estabelecimento durante o período testado.

Alguns estudos com interesse similar avaliaram a sobrevivência das mudas durante um período de 12 semanas (HOWE; SCHUPP, 1985), no entanto o período avaliado para *M. splendens* e *I. vulpina* sequer chegam próximos a este período. Extrapolando os dados, é provável que a taxa de sobrevivência caísse ao longo do tempo, ao passo que a taxa de estabelecimento subisse levemente, ou se mantivessem constantes. Assim, apesar da pequena escala de tempo avaliada, é provável que o muriqui-do-sul também constitua um dispersor efetivo neste outro subcomponente qualitativo da SDE que tange o recrutamento de mudas. Evidencia-se este processo pois, na Mata Atlântica, estima-se que em caso de extinção dos últimos grandes frugívoros, quase 40% das espécies de árvores podem sofrer limitações no recrutamento (SILVA; TABARELLI, 2000 *apud* PERES; ROOSMALEN, 2002).

Quanto aos dados morfológicos mensurados, apesar dos problemas metodológicos destacados, ressalto a importância da avaliação do estabelecimento e crescimento de plântulas, já que a real avaliação da efetividade de dispersão de um frugívoro deve ser avaliada nos diferentes subcomponentes incluindo o tratamento dado à semente durante a primeira fase do processo, mas principalmente fatores pós-dispersão, como o potencial de sobrevivência e crescimento das plântulas no local de deposição (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010, 2017).

CARÁTER UTILITÁRIO DO ESTUDO

Analisando o panorama geral, desde o consumo até a germinação e estabelecimento das mudas, os dados aqui gerados podem vir a sustentar modelos de dispersão mecanicistas que predizem padrões de deposição de sementes (*seed shadow*, CHAPMAN & RUSSO, 2006), acessam o efeito de contribuição de cada dispersor, *i.e.*, sua SDE (GODÍNEZ-ALVAREZ; JORDANO, 2007; M.; J., 2009 *apud* SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010) e subsidiam estratégias de reflorestamento e enriquecimento florestal (STEVENSON, 2000; CHAPMAN; RUSSO, 2007; LIEBSCH; MIKICH, 2017). Além disso, a identificação das espécies consumidas *in situ* (*i.e.*, na natureza) pelo muriqui e sua oferta em cativeiro pode proporcionar um enriquecimento alimentar, promovendo a qualidade de vida e melhorando a conservação *ex situ* da espécie, incluindo estratégias para reintrodução (BRITT, 1998; BRITT; WELCH; KATZ, 2004). Não obstante, a caracterização dos subcomponentes qualitativos pode ajudar a determinar a paisagem da SDE, supondo-se que o efeito do trato digestório seja relativamente conservado para cada dispersor (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010).

INFLUÊNCIA DOS TESTES EM LABORATÓRIO

Estudos de germinação podem diferir quando realizados em laboratório e em campo (CHAPMAN, 1995; TRAVESET; VERDÚ, 2002; TRAVESET; ROBERTSON; RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2007; FUZESSY *et al.*, 2016). Fuzessy *et al.* (2016) mostraram que há diferenças entre os testes de germinação realizados em laboratório, estufas e em campo. A saber, sementes que passaram pelo trato digestório germinaram 42% mais e 20% mais rápido que as sementes controle quanto testadas em laboratório, ao passo que os testes em campo não encontraram diferenças significativas na germinabilidade ou no tempo de germinação. De acordo com isso, uma das críticas mais comuns aos estudos de germinação é o fato de que as condições, quando controladas, nunca se aproximam da condição natural do ambiente (BASKIN; THOMPSON; BASKIN, 2006; TRAVESET; ROBERTSON; RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2007;

TARSZISZ *et al.*, 2018), a qual não é o caso desse estudo, pelo menos para a temperatura. Assim, fica evidente a importância de estudos em condições naturais. O sítio de deposição é outra variável definitiva no processo de dispersão, e não pode ser avaliado neste estudo por este não ocorrer em condições naturais. Assim, os resultados aqui colocados devem ser vistos com precaução, pois não condizem à condição natural em que o processo ocorre.

O ESTUDO NÃO PODE SER VISTO TOTALMENTE A PARTIR DA TEORIA DA SDE

Apesar da situação do cativeiro avaliada no presente estudo eliminar características de forrageio dos agentes dispersores e suas respectivas interações com as características das plantas, fatores estes a serem levados em consideração na confirmação de um frugívoro como agente dispersor (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010), a avaliação isolada de um dos subcomponentes qualitativos de acordo com o modelo teórico da SDE traz reflexões importantes acerca do papel desempenhado pelos muriquis em florestas tropicais. Porém julgo importante destacar que os animais, muitas vezes nascidos em cativeiro, recebem alimentos cultivados em abundância, provavelmente não passando fome ao longo de toda sua vida, podendo ter seu tempo de retenção alterada (MILTON, 1984; TALEBI, 2005), entre outros.

Não obstante, em condições de cativeiro, a abundância inicial do recurso, também determinante da SDE, não pode ser efetivamente contabilizada. Estudos empíricos que avaliam o componente quantitativo mostram que, no geral, a maioria dos dispersores contribuem pouco para a dispersão efetiva, seja por ocorrerem em baixa abundância, seja por dependerem pouco da planta, ou até mesmo dispersarem poucas sementes (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Isso torna impossível avaliar o número de visitas (ou taxa de visitação) e o número real de frutos consumidos (“*fruits handled*”) por visita, ainda mais nos casos em que foi avaliado um único animal, e assim, impossível de se analisar o componente quantitativo por isóclinas, como proposto por Schupp *et al.* (2010).

No entanto, os dados do componente quantitativo aqui apresentados podem ser uma estimativa do que realmente ocorre na natureza. Foi possível,

por exemplo, estimar o número de sementes consumidos durante os testes, e assim ter uma ideia geral de resultado desta interação primata-planta (*i.e.*, a SDE do dispersor), ainda que não por meio de isóclinas, como geralmente é avaliado (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Relembrando, o muriqui-do-sul dispersou grandes quantidades de sementes intactas (com poucas exceções), e poucas sementes tiveram evidência de predação em suas fezes. Ademais, todas as espécies de plantas tiveram sementes saindo intactas nas fezes, ilustrando o potencial de dispersão do muriqui-do-sul em condições naturais.

O componente qualitativo, por sua vez, é composto por dois subcomponentes. O subcomponente que avalia as etapas pós germinação (sobrevivência e crescimento), nomeado “*qualidade de deposição de sementes*” é o menos compreendido, pois é consideravelmente mais difícil de estudar e medir (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010, 2017) (apesar de poder ser inferido por outras métricas, 2017, p. 580). Estes estudos do componente qualitativo geralmente se atém as etapas iniciais como a sobrevivência das sementes, germinação, e sobrevivência a curtos prazos ao invés de acessar o processo como um todo, em termos de probabilidade de gerar um novo adulto. Essa é uma falha da aplicação da SDE (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Vale destacar que conflitos potenciais no ciclo de vida das plantas ou os provenientes *decoupling* (*sensu* JORDANO; HERRERA, 1995; SCHUPP, 1995, 2007) existem, e fazem com que conclusões baseadas nos estágios iniciais de vida possam ser enganosas – *i.e.*, a dispersão favorecendo a germinação (“qualitativamente eficaz”) pode desfavorecer a sobrevivência das mudas (“qualitativamente ineficaz”).

Assim, estudos que acessam apenas as primeiras etapas de sobrevivência das mudas podem ser inconclusivos quanto a efetividade de dispersão de determinado dispersor (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Apesar de limitados a escala de poucos anos, estudos que avaliam a deposição de sementes e posterior recrutamento das mesmas são necessários pois podem auxiliar na compreensão da efetividade de cada dispersor (SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Até o momento, de meu conhecimento, com exceção de Moraes & Paoli (1995) que avaliaram a sobrevivência de *Cryptocarya moschata* por dois anos, nenhum outro estudo além do meu

avaliou este subcomponente da SDE para o muriqui-do-sul, e trabalhos como este a serem desenvolvidos no futuro podem vir a elucidar de uma maneira mais compreensiva o processo de dispersão e determinar a efetividade de dispersão deste primata.

O segundo subcomponente do componente qualitativo que aborda os efeitos do trato digestório do dispersor na semente foi avaliado com sucesso durante o desenvolvimento deste trabalho: o muriqui-do-sul dispersa sementes providenciando serviços majoritariamente positivos ou neutros (aumento da germinabilidade, diminuição do tempo médio de germinação) nesta etapa de dispersão de sementes. Neste sentido, o presente estudo reforça o papel do muriqui-do-sul como efetivo dispersor de sementes e o fato que, mesmo em situação experimental, o acesso a essas variáveis pode ser uma maneira eficiente de compreender a SDE de dispersores. O presente estudo, portanto, vai além do proposto inicialmente – a caracterização do subcomponente qualitativo “*tratamento do trato digestório*” -, avaliando também, com as ressalvas e cuidados acima discutidos, o componente quantitativo e o componente qualitativo que inclui o recrutamento de mudas em um breve período de tempo.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-NETO, M. *et al.* **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.
- BARNEA, A.; YOM-TOV, Y.; FRIEDMAN, J. **Does Ingestion by Birds Affect Seed Germination?.** *Functional Ecology*, v. 5, n. 3, p. 394, 1991. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2389811?origin=crossref>>.
- BASKIN, C.; BASKIN, J. **Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination.** Academic Press. 2^o ed. , 2014. Oxford: Academic Press.
- BASKIN, C. C.; THOMPSON, K.; BASKIN, J. M. **Mistakes in germination ecology and how to avoid them.** *Seed Science Research*, v. 16, n. 03, p. 165–168, 2006. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0960258506000183>.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. **A classification system for seed dormancy.** *Seed Science Research*, v. 14, n. 01, p. 1–16, 2004. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0960258504000017>.
- BELLO, C. *et al.* **ATLANTIC-FRUGIVORY: A plant-frugivore interaction dataset for the Atlantic Forest.** *Ecology*, v. 0, n. 2016, 2017.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination.** . 2^o ed. , 1994. New York: Plenum Press.
- BRITT, A. **Encouraging natural feeding behavior in captive-bred black and white ruffed lemurs (*Varecia variegata variegata*).** *Zoo Biology*, v. 17, n. 5, p. 379–392, 1998.
- BRITT, A.; WELCH, C.; KATZ, A. **Can small, isolated primate populations be effectively reinforced through the release of individuals from a captive population?.** *Biological Conservation*, v. 115, n. 2, p. 319–327, 2004.
- BUENO, R. S. **Frugivoria e efetividade de dispersão de sementes dos últimos grandes frugívoros da Mata Atlântica: a anta (*Tapirus terrestris* e o muriqui (*Brachyteles arachnoides*)).** 2010. Universidade Estadual Paulista.
- BUENO, R. S. *et al.* **Functional Redundancy and Complementarities of Seed Dispersal by the Last Neotropical Megafrugivores.** , v. 8, n. 2, p. e56252, 2013.
- BUFALO, F. S.; GALETTI, M.; CULOT, L. **Seed Dispersal by Primates and Implications for the Conservation of a Biodiversity Hotspot, the Atlantic Forest of South America.** *International Journal of Primatology*, v. 37, n. 3, p. 333–349, 2016. *International Journal of Primatology*. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10764-016-9903-3>>.
- CARVALHO, P. E. R. **Comunicado Técnico - Cerejeira *Eugenia involucrata*.** Embrapa 2009.
- CAUGHLIN, T. T. *et al.* **Loss of animal seed dispersal increases extinction**

risk in a tropical tree species due to pervasive negative density dependence across life stages. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 282, n. 1798, p. 20142095–20142095, 2014.

Disponível em:

<<http://rspb.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rspb.2014.2095>>.

CHAPMAN, C. A. **Primate seed dispersal: Coevolution and conservation implications. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, v. 4, n. 3, p. 74–82, 1995.**

CHAPMAN, C. A.; RUSSO, S. E. **Linking behavioral ecology with forest community structure. In: J. . Campbell; A. F. . Fuentes; K. C. . MacKinnon; M. . Panger; S. . Bearder (Orgs.); *Primates in Perspective*. 1º ed. , p.510–525, 2007. New York: Oxford University Press.**

CHIEVERS, D. J.; HLADIK, C. M. **Diet and gut morphology in living primates. In: D. J. Chivers; B. A. Wood; A. Bilsborough (Orgs.); *Food acquisition and processing in primates*. p.213–230, 1984. Boston, MA: Springer US. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-1-4757-5244-1>>.**

COMITA, L. S. *et al.* **Testing predictions of the Janzen-Connell hypothesis: A meta-analysis of experimental evidence for distance- and density-dependent seed and seedling survival. *Journal of Ecology*, v. 102, n. 4, p. 845–856, 2014.**

CORLETT, R. T.; LUCAS, P. W. **Alternative seed-handling strategies in primates: seed-spitting by long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). *Oecologia*, v. 82, n. 2, p. 166–171, 1990. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28312661>>. Acesso em: 18 jun. 2018.**

COSTA, N. P. DA *et al.* **Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em semente de soja: série sementes. 2007.**

DONOHUE, K. **Completing the cycle: Maternal effects as the missing link in plant life histories. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1520, p. 1059–1074, 2009.**

EISENBERG, J. F.; THORINGTON, R. W. **A preliminary analysis of a neotropical mammal fauna. *Biotrop*, v. 5, p. 150–161, 1973.**

FLEMING, T. H.; JOHN KRESS, W. **A brief history of fruits and frugivores. *Acta Oecologica*, v. 37, n. 6, p. 521–530, 2011. Elsevier Masson SAS. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2011.01.016>>.**

FUZESSY, L. F. *et al.* **How do primates affect seed germination? A meta-analysis of gut passage effects on neotropical plants. *Oikos*, v. 125, n. 8, p. 1069–1080, 2016. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/oik.02986>>.**

FUZESSY, L. F.; JANSON, C. H.; SILVEIRA, F. A. O. **How far do Neotropical primates disperse seeds?. *American Journal of Primatology*, v. 79, n. 7, p. 1–6, 2017.**

GARCIA, P. B. **Disponibilidade de frutos, frugivoria e dispersão de sementes por lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) no Parque Estadual do Rio Preto, MG. 2016. Universidade Federal de Minas Gerais.**

GODÍNEZ-ALVAREZ, H.; JORDANO, P. **An empirical approach to analysing the demographic consequences of seed dispersal by frugivores.** In: W. DA DENNIS AJ, SCHUPP EW, GREEN RJ (Org.); **Seed dispersal: theory and its application in a changing world.** p.391–406, 2007. Wallingford, UK: CABI.

GÓMEZ, J. M.; VERDÚ, M. **Mutualism with plants drives primate diversification.** *Systematic Biology*, v. 61, n. 4, p. 567–577, 2012.

HAWES, J. E.; PERES, C. A. **Ecological correlates of trophic status and frugivory in neotropical primates.** *Oikos*, v. 123, n. 3, p. 365–377, 2014.

HERRERA, C. M. **Determinants of Plant-Animal Coevolution: The Case of Mutualistic Dispersal of Seeds by Vertebrates.** *Oikos*, v. 44, n. 1, p. 132, 1985. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3544054?origin=crossref>>.

HOWE, H. F. ; SMALLWOOD, J. **Ecology of Seed Dispersal.** *Ann Rev. Ecol. Syst.*, v. 13, p. 201–228, 1982.

HOWE, H. F.; SCHUPP, E. W. **Early Consequences of Seed Dispersal for a Neotropical Tree (*Virola surinamensis*).** *Ecology*, v. 66, n. 3, p. 781–791, 1985.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil 2020 em construção.** Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 2 maio 2018.

JORDANO, P. **Fruits and frugivory. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities.** p.125–165, 2000. CABI. Disponível em: <<http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20083076652>>.

JORDANO, P.; HERRERA C. M. **Shuffling the offspring: uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal.** *Ecoscience*, v. 2, p. 230–237, 1995.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. **Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil.** *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, n. May, p. 375–391, 2009.

M., C.-C.; J., M.-H. **Effectiveness of a varied assemblage of seed dispersers of a fleshy-fruited plant.** *Ecology*, v. 90, p. 3503–3515, 2009.

MARTINS, M. M. **Comparative seed dispersal effectiveness of sympatric *Alouatta guariba* and *Brachyteles arachnoides* in Southeastern Brazil.** *Biotropica*, v. 38, n. 1, p. 57–63, 2006.

MIKICH, S. B. *et al.* **O papel do macaco-prego *Sapajus nigritus* na dispersão de sementes e no controle potencial de insetos-praga em cultivos agrícolas e florestais.** 2015.

MILTON, K. **Habitat, Diet and Activity Patterns of Free-Ranging Woolly Spider Monkeys (*Brachyteles arachnoides* E. Geoffroy 1806).** *International Journal of Primatology*, v. 5, n. 5, p. 491–514, 1984.

MORAES, P. L. R. **Dispersão de sementes pelo Mono-Carvoeiro (*Brachyteles arachnoides* E. Geoffroy, 1806) no Parque Estadual de Carlos Botelho.** *Revista do Instituto Florestal*, v. 4, n. 1992, p. 1193–1208, 1992.

- MORAES, P. L. R. DE; PAOLI, A. A. S. **Dispersão e germinação de sementes de *Cryptocaria moschata* Nees & Martius ex Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Sprengel) MacBride (Lauraceae).** *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 38, n. 4, p. 1119–1129, 1995.
- NETO, J. F.; KRZYZANOWSKI, F.; COSTA, N. DA. **O teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998.
- NICOLA, P. A. *et al.* **Efeitos da temperatura na germinação de sementes de *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schlecht.) D. Dietrich, provenientes do solo e das fezes de *Brachyteles arachnoides* (E. Geoffroy, 1806) (Atelinae – Primates).** *Estudos de Biologia*, v. 34, n. 82, p. 67–73, 2012.
- NORCONK, M. A.; GRAFTON, B. W.; CONKLIN-BRITTAIN, N. L. **Seed dispersal by neotropical seed predators.** *Am. J. Primatol.*, v. 45, p. 103–126, 1998.
- NUNEZ-ITURRI, G.; OLSSON, O.; HOWE, H. F. **Hunting reduces recruitment of primate-dispersed trees in Amazonian Peru.** *Biological Conservation*, v. 141, n. 6, p. 1536–1546, 2008.
- PERES, C. A.; PALACIOS, E. **Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian forests: implications for animal-mediated seed dispersal.** *Biotropica*, v. 39, n. 3, p. 304–315, 2007.
- PERES, C. A.; ROOSMALEN, M. VAN. **Primate Frugivory in Two Species-rich Neotropical Forests: Implications for the Demography of Large-seeded Plants in Overhunted Areas.** In: D. J. Levey; W. R. Silva; M. Galetti (Orgs.); **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation.** p.407–421, 2002. Wallingford: CABI.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** 2017. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. DE. **How and why to measure the germination process?.** *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, n. 1, p. 1–11, 2006. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042006000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=en>.
- SAMUELS, I. A.; LEVEY, D. J. **Effects of gut passage on seed germination: Do experiments answer the questions they ask?.** *Functional Ecology*, v. 19, n. 2, p. 365–368, 2005.
- SCHUPP, E. **Seed–seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment.** *American Journal of Botany*, v. 82, p. 399–409, 1995.
- SCHUPP, E. **The suitability of a site for seed dispersal is context-dependent.** In: D. AJ; S. EW; G. RJ; W. DA (Orgs.); **Seed dispersal: theory and its application in a changing world.** p.445–462, 2007. Wallingford: CABI.
- SCHUPP, E. W. **Seed and Early Seedling Predation in the Forest Understory and in Treefall Gaps.** *Oikos*, v. 51, n. 1, p. 71, 1988. WileyNordic Society Oikos. Disponível em:

<<https://www.jstor.org/stable/3565808?origin=crossref>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

SCHUPP, E. W. **Quantity , quality and the effectiveness of seed dispersal by animals.** *Vegetatio*, v. 107/108, p. 15–29, 1993.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. **Seed dispersal effectiveness revisited: A conceptual review.** *New Phytologist*, v. 188, n. 2, p. 333–353, 2010.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. **A general framework for effectiveness concepts in mutualisms.** *Ecology Letters*, v. 20, n. 5, p. 577–590, 2017.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. **Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil.** *Nature*, v. 404, p. 72–74, 2000.

STEVENSON, P. R. **Seed Dispersal by Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotrucha*) at Tinigua National Park, Colombia : Dispersal Distance, Germination Rates, and Dispersal Quantity.** *American Journal of Primatology*, v. 50, p. 275–289, 2000.

STEVENSON, P. R. *et al.* **Effects of seed dispersal by three Ateline monkey species on seed germination at Tinigua National Park, Colombia.** *Int. J. Primatol.*, v. 23, p. 1187–1204., 2002.

TALEBI, M. **Factors Affecting Food Choice of the Endangered Southern Muriquis (*Brachyteles arachnoides*, PRIMATES, E. Geoffroy 1806) in the Brazilian Atlantic Forest.** 2005. University of Cambridge.

TALEBI, M.; BASTOS, A.; LEE, P. C. **Diet of southern muriquis in continuous Brazilian Atlantic forest.** *International Journal of Primatology*, v. 26, n. 5, p. 1175–1187, 2005.

TARSZISZ, E. *et al.* **Gardeners of the forest: Effects of seed handling and ingestion by orangutans on germination success of peat forest plants.** *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 123, n. 1, p. 125–134, 2018.

TERBORGH, J. **Five New World Primates: A Study in Comparative Ecology.** 1983. Princeton: Princeton University Press.

TRAVESET, A. **Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: A review.** *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 1, n. 2, p. 151–190, 1998.

TRAVESET, A.; ROBERTSON, A. W.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. **A Review on the Role of Endozoochory in Seed Germination.** In: A. Dennis; E. Schupp; R. Green; D. Westcott (Orgs.); **Seed dispersal: Theory and its application in a changing world.** p.78–103, 2007. Wallingford: CABI.

TRAVESET, A.; VERDÚ, M. **A Meta-analysis of the Effect of Gut Treatment on Seed Germination.** In: D. J. Levey; W. R. Silva; M. Galetti (Orgs.); **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation.** p.339–350, 2002. Wallingford: CABI.

WICKHAM, H. **Reshaping Data with the reshape Package**. *Journal of Statistical Software*, v. 21, n. 12, p. 1–20, 2007.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. 2016. New York: Springer-Verlag. Disponível em: <<http://ggplot2.org>>.

WICKHAM, H.; BRYAN, J. **readxl: Read Excel Files**. 2017. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=readxl>>.

WICKHAM, H. *et al.* **dplyr: A Grammar of Data Manipulation**. 2017. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=dplyr>>.

6. ANEXOS

Anexo 1. Lista de espécies de plantas submetidas ao teste de germinação após defecadas pelo muriqui-do-sul em relação às despulpadas manualmente. Germinação controle e pós consumo referem-se à germinabilidade de frutas despulpadas manualmente e defecadas, respectivamente.

Espécie	Família	Germinação controle (%)	Germinação pós consumo (%)	Local	Ref	Obs
<i>Celtis spinosa</i>	Cannabaceae	44	42	Barreiro Rico - SP	Martins (2006)	
<i>Diclidanthera</i> sp.	Polygalaceae	52	93	Barreiro Rico - SP	Martins (2006)	(a) Polpa não removida;
<i>Eugenia ligustrina</i>	Myrtaceae	80a	100b	Barreiro Rico - SP	Martins (2006)	(b) Sementes cuspidas sob a árvore mãe
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	56,7	25	Barreiro Rico - SP	Martins (2006)	
<i>Jacaratia spinosa</i>	Caricaceae	34	56	Barreiro Rico - SP	Martins (2006)	
<i>Rudgea</i> sp.	Rubiaceae	93,8	20	Barreiro Rico - SP	Martins (2006)	
<i>Prunus sellowii</i>	Rosaceae	46,6	45	Castro - PR	Nicola <i>et al</i> (2012)	
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	Canellaceae	27	80	PECB	Moraes (1992)	
<i>Copaifera trapezifolia</i>	Fabaceae	85	100	PECB	Moraes (1992)	
<i>Chrysophilum viride</i>	Sapotaceae	79	51	PECB	Moraes (1992)	
<i>Cryptocarya mandiocanna</i>	Lauraceae	47	65	PECB	Moraes (1992)	
<i>Campomanesia guaviroba</i>	Myrtaceae	75	83	PECB	Moraes (1992)	
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Phyllanthaceae	30	57	PECB	Moraes (1992)	
<i>Strychnos tripinervia</i>	Loganiaceae	100	100	PECB	Moraes (1992)	
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	21	64	PECB	Moraes (1992)	
<i>Marlierea suaveolens</i>	Myrtaceae	71	90	PECB	Moraes (1992)	
<i>Myrtaceae</i> sp.1	Myrtaceae	21	69	PECB	Moraes (1992)	
<i>Myrtaceae</i> sp.2	Myrtaceae	100	0	PECB	Moraes (1992)	
<i>Myrtaceae</i> sp.3	Myrtaceae	92	100	PECB	Moraes (1992)	
<i>Cryptocarya mandioccana</i>	Lauraceae	68	70	PECB	Bueno (2010)	
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Euphorbiaceae	76	68	PECB	Bueno (2010)	
<i>Cryptocarya moschata</i>	Lauraceae	40-60	85,5	PECB	Moraes & Paoli (1995)	

Anexo 2. Atributos vegetativos de crescimento das mudas provenientes de sementes controle e defecadas pelo muriqui-do-sul. L = Semente defecada; C = Controle (Semente despolpada à mão); M = *Myrcia splendens*; I = *Inga vulpina*; Estabelecimento (s = sim, n = não); Sobrevivência (s = sobreviveu, m = morreu, m? = parece morta). Hífens (-) não foram avaliados ou não cabia avaliar no momento. OBS: Depois de 7 dias do início do estabelecimento, todos os potes apresentaram fungos.

Dia	Caracteres vegetativos	12/mar			19/mar				29/mar			
		Estabelecimento	Altura (mm)	Sobrevivência	Estabelecimento	Altura	n° de folhas	Sobrevivência	Estabelecimento	Altura	n° de folhas	Sobrevivência
LM1	1	n	24,1	s	n	33,45	-	s	-	-	-	-
LM1	2	n	22,4	s	n	22,7	-	s	-	-	-	-
LM1	3	n	21,2	s	n	22	-	s	-	-	-	-
LM1	4	n	29,8	s	n	25,6	-	s	-	-	-	-
LM1	5	n	23,55	s	n	22,7	-	s	-	-	-	-
LM1	6	n	26,35	s	n	29,1	-	s	-	-	-	-
LM1	7	n	17,1	s	n	24,4	-	s	-	-	-	-
LM1	8	n	12,1	s	n	23,7	-	m?	-	-	-	-
LM1	9	n	25,5	s	n	29,5	-	s	-	-	-	-
LM2	1	n	26	s	n	32,7	-	s	-	-	-	-
LM2	2	n	27	s	n	29,8	-	s	-	-	-	-
LM2	3	n	33,5	s	n	38,9	-	s	-	-	-	-
LM2	4	n	11,2	m?	n	12,6	-	s	-	-	-	-
LM2	5	n	26,8	m?	n	27,3	-	s	-	-	-	-
LM2	6	n	26,1	s	n	28,8	-	s	-	-	-	-
LM2	7	n	24	s	n	23,7	-	m?	-	-	-	-
LM2	8	n	28,5	s	n	30,6	-	s	-	-	-	-
LM2	9	n	20,4	s	n	20	-	s	-	-	-	-
LM3	1	n	25,1	s	n	21,9	-	s	-	-	-	-
LM3	2	n	22,7	s	n	25	-	s	-	-	-	-
LM3	3	n	8,8	m?	n	13,2	-	m?	-	-	-	-
LM3	4	n	9,6	s	n	21,6	-	s	-	-	-	-
LM3	5	n	24,7	s	n	21	-	s	-	-	-	-
LM3	6	s	32	s	n	32,3	-	s	-	-	-	-
LM3	7	n	11,4	m	n	21,2	-	m?	-	-	-	-
LM3	8	n	35,5	s	n	34,6	-	s	-	-	-	-

LM3	9	n	20,25	m?	n	17,4	-	s	-	-	-	-
LM4	1	n	32,8	s	n	36,4	-	s	-	-	-	-
LM4	2	n	13,9	s	n	12,4	-	s	-	-	-	-
LM4	3	n	22,7	s	n	19,4	-	s	-	-	-	-
LM4	4	n	13,3	s	n	10,8	-	m?	-	-	-	-
LM4	5	n	27	s	n	23,5	-	s	-	-	-	-
LM4	6	n	29,5	s	n	38,8	-	s	-	-	-	-
LM4	7	n	15,4	s	n	14,6	-	s	-	-	-	-
LM4	8	n	18,1	s	n	24,6	-	s	-	-	-	-
LM4	9	n	13,1	m?	n	19,3	-	s	-	-	-	-
LM4	10	n	28,6	s	n	27,4	-	s	-	-	-	-
CM1	1	n	31,7	s	n	33	-	s	-	-	-	-
CM1	2	n	25,6	s	n	20,9	-	s	-	-	-	-
CM1	3	n	18,1	s	n	21,5	-	s	-	-	-	-
CM1	4	n	13,6	s	n	18,5	-	m?	-	-	-	-
CM1	5	n	28,5	s	n	29,4	-	s	-	-	-	-
CM1	6	n	25,3	s	n	29,1	-	s	-	-	-	-
CM1	7	s	24,4	s	n	21,1	-	s	-	-	-	-
CM2	1	n	25,4	s	n	29,9	-	s	-	-	-	-
CM2	2	n	29,3	s	n	29,1	-	s	-	-	-	-
CM2	3	n	13,5	s	n	13,5	-	m?	-	-	-	-
CM2	4	n	20,25	s	n	24,3	-	s	-	-	-	-
CM2	5	n	20,4	s	n	26,8	-	s	-	-	-	-
CM2	6	n	24,9	s	n	16,9	-	m?	-	-	-	-
CM2	7	n	30	s	n	38,5	-	s	-	-	-	-
CM2	8	n	18	s	n	13,8	-	s	-	-	-	-
CM3	1	n	23	m?	n	31	-	s	-	-	-	-
CM3	2	n	40,5	s	n	45,4	-	s	-	-	-	-
CM3	3	n	35,2	s	n	40,1	-	s	-	-	-	-
CM3	4	n	19,7	s	n	18,35	-	m?	-	-	-	-
CM3	5	n	23,1	s	n	23	-	s	-	-	-	-
CM3	6	n	11	s	n	27,2	-	s	-	-	-	-
CM3	7	n	29,6	s	n	33,6	-	s	-	-	-	-
CM4	1	n	16,8	s	n	24,9	-	s	-	-	-	-
CM4	2	n	12	m?	n	20,4	m?	s	-	-	-	-
CM4	3	n	19,1	s	n	29,9	-	s	-	-	-	-

CM4	4	n	22,8	m?	n	18,5	-	s	-	-	-	-
CM4	5	n	25,4	s	n	32,2	-	s	-	-	-	-
CM4	6	n	28	s	n	28	-	s	-	-	-	-
CM4	7	n	20,5	s	n	24,5	-	s	-	-	-	-
CM4	8	n	25,2	s	n	32,45	-	s	-	-	-	-
LI1	1	-	-	-	n	6,9	-	s	-	-	-	m
LI1	2	-	-	-	n	19,6	-	s	-	54,1	-	m?
LI1	3	-	-	-	n	25,6	-	s	-	24,4	-	-
LI2	1	-	-	-	n	10	-	s	n	7,9	-	s
LI2	2	-	-	-	s	54	2	s	s	67	2	s
LI2	3	-	-	-	n	20,5	-	s	n	26	-	s
LI3	1	-	-	-	s	50,4	2	s	-	-	-	-
LI3	2	-	-	-	n	23,4	-	s	n	21,8	-	m?
LI3	3	-	-	-	s	53,3	2	s	s	50	2	s
Cul1	1	-	-	-	n	11,4	-	s	-	-	-	m
Cul1	2	-	-	-	s	31,5	2	s	-	27,5	-	-
Cul1	3	-	-	-	s	51,2	2	s	s	68,7	2	s
Cul2	1	-	-	-	s	42,6	2	s	s	44,4	2	s
Cul2	2	-	-	-	s	31,6	2	s	-	-	-	-
Cul2	3	-	-	-	-	-	-	m?	-	-	-	m
Cul3	1	-	-	-	s	52,1	2	s	-	-	-	-
Cul3	2	-	-	-	s	31	2	s	s	22,2	2	s
Cul3	3	-	-	-	s	53,1	2	s	s	74,3	2	s
C11	1	-	-	-	s	37,7	2	s	s	65,5	1	s
C11	2	-	-	-	s	20,1	2	s	s	29,4	2	s
C11	3	-	-	-	s	46	2	s	s	36,6	2	s
C11	4	-	-	-	s	47,8	2	s	s	50,5	2	s
C12	1	-	-	-	n	34,8	-	s	n	33,9	-	s
C12	2	-	-	-	s	49,4	2	s	s	47	2	s
C12	3	-	-	-	s	39,4	2	s	s	46,5	3	s
C13	1	-	-	-	n	19,2	-	s	n	22,7	-	s
C13	2	-	-	-	s	41,4	2	s	s	45,8	2	s
C13	3	-	-	-	s	52,25	2	s	s	52,2	2	s
C14	1	-	-	-	n	11,95	-	s	n	22,2	-	s
C14	2	-	-	-	n	33,05	-	s	n	32,4	-	s
C14	3	-	-	-	n	19,7	-	s	n	29,7	-	s

CI4 4 | - - - | n 27,1 - s | - 20,3 - s |

Anexo 3. Estatística descritiva dos testes de germinação. “n” = número de sementes; “%” = germinabilidade média (sementes germinadas pelo total); “ t_m ” = tempo médio de germinação (em dias); “ t_0 ” = dia da primeira germinação; “ t_g ” = dia da última germinação; “SD” = desvio padrão. Hífens (-): não avaliados.

Família	Espécie planta	Tratamento	Réplicas	n	%	SD	t_m	SD	t_0	SD	t_g	SD
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	Defecadas	1	4	75	-	14,3	-	12,0	-	32,0	-
		Controle	1	60	82	-	17,9	-	11,0	-	21,0	-
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i>	Defecadas	2	19	68	7,78	7,0	2,60	5,5	2,12	9,5	2,12
		Controle	1	50	88	-	12,0	-	6,0	-	30,0	-
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	Defecadas	4	39	100	0	3,9	0,14	3,0	0,82	4,5	0,58
		Controle	4	30	100	0	4,1	0,45	3,0	1,00	5,5	1,00
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.	Defecadas	4	151	66	10,47	31,6	3,17	9,0	1,41	53,5	0,58
		Controle	4	149	40	16	43,5	1,21	27,8	3,40	53,5	0,58
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Defecadas	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		Controle	4	16	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	Defecadas	2	7	60	56	24,5	2,12	23,0	4,24	26,0	0
		Controle	2	7	100	0	21,2	0,24	19,0	1,41	22,0	0
Lamiaceae	<i>Vitex</i> sp.	Defecadas	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		Controle	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae	<i>Inga vulpina</i>	Defecadas	2	9	100	0,54	4,1	0,77	3,0	0	5,7	1,15
		Controle	3	17	100	0	3,3	0,27	2,5	0,58	4,5	1,00
		Cuspidas	2	9	100	0	4,1	0,38	3,0	0	5,0	0
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Defecadas	7	36	61	24,78	2,6	1,00	1,0	0	4,1	1,68
		Controle	9	45	100	0	3,3	0,27	3,0	1,50	4,8	2,33
		Cuspidas	9	43	100	0	4,1	0,38	2,7	1,58	4,4	0,88

Anexo 4. Atributos morfológicos dos frutos submetidos aos testes de germinação, com exceção de *Pereskia aculeata* e *Eugenia involucrata*. SD = Desvio padrão. Hífen (-) = não avaliado.

Espece	Massa (g)	Comprimento do fruto (mm)	Diâmetro do fruto (mm)	Massa da semente (g)	Comprimento da semente (mm)	Diâmetro da semente (mm)	n° sementes por fruto	Cor	n° de frutos caracterizados
<i>Psidium</i> sp	8,40	20,3	22,2	-	-	-	55,5	Amarelo	5
SD	7,36	2,27	2,68	-	-	-	16,26		
<i>Myrcia splendens</i>	0,23	9,71	5,66	0,1	8,0	4,03	1,38	Roxo	17
SD	0,16	2,17	1,04	0,18	1,39	0,55	0,50		
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	8,94	21,2	26,5	0,1	7,2	6,2	8,5	Amarelo	6
SD	3,39	4,72	3,97	0,04	1,10	0,88	0,84		
<i>Inga vulpina</i>	-	-	-	-	-	-	5	Branco amarelado	3
SD	-	-	-	-	-	-	2		
<i>Eugenia uniflora</i>	-	-	-	-	-	-	1,19	Vermelho	16
SD	-	-	-	-	-	-	0,54		
<i>Vitex</i> sp.	1,76	14,2	13,5	0,5	11,4	7,84	1	Vermelho a roxo	15
SD	0,28	0,79	0,95	0,13	0,63	0,96	0		
<i>Inga marginata</i>	7,20	107,7	12,6	0,3	11,0	7,86	7,6	Verde	5
SD	2,24	25,14	1,24	0,08	1,30	1,03	2,07		