

AVALIAÇÃO DO EFEITO PREDATÓRIO DA AVIFAUNA SOBRE A GERMINAÇÃO DA SEMENTE DE *Ilex paraguariensis* St. Hill.**EVALUATION OF THE PREDATORY EFFECT OF AVIFAUNA ON SEED GERMINATION OF ILEX PARAGUARIENSIS**Danilo Zabandjala¹<https://orcid.org/0000-0001-5007-3636>Rogério Antonio Krupek²<https://orcid.org/0000-0001-8079-5867>

Submetido: 18/08//2021 / Aprovado: 09/11/2022 / Publicado: 01/12/2022.

Resumo

Como se sabe, as aves possuem grande importância para a dispersão de sementes de várias espécies de plantas nativas, auxiliando na manutenção estrutural e preservação das florestas. *Ilex paraguariensis* St. Hill., conhecida como erva-mate, possui grande importância econômica para o sul do Brasil, sendo utilizada para diferentes formas de consumo. O presente trabalho objetivou comparar as taxas de germinação de sementes coletadas manualmente e sementes que passaram pelo trato digestório de aves. As coletas ocorreram no interior do município de Bituruna, Paraná, utilizando plantas nativas. As coletas foram realizadas com auxílio de telas sombrites, sendo coletados tanto os frutos que caíram naturalmente quanto aqueles que foram defecados por aves. As sementes passaram por um período de três meses de estratificação, posteriormente semeadas no solo. A porcentagem de germinação (n=200 para cada tipo de dispersão) foi obtida através da contagem do número de plântulas emergidas para obtenção das taxas de germinação de ambas as coletas. Em adição, foram medidas a altura e contado o número de folhas. Foram obtidos valores de 6,5% de germinação para as sementes coletadas manualmente e 42,5 % para àquelas oriundas do processo de predação, sendo esta diferença significativa estatisticamente. Para o tamanho da planta e número de folhas não foram observadas diferenças significativas. Os resultados demonstraram que a passagem pelo trato digestório dos pássaros promoveu um aumento na porcentagem de germinação sugerindo um efeito positivo, possivelmente na quebra de dormência das sementes de erva mate.

Palavras-chave: Erva mate. Sementes. Germinação. Aves.**Abstract**

As is known, birds are of great importance for the seed dispersal of various species of native plants, helping in the structural maintenance and preservation of forests. *Ilex paraguariensis* St. Hill., known as yerba mate, has great economic importance for southern Brazil, being used for

¹ Pós graduado em Ciências Biológicas (Programa de pós *latu sensu* em Conservação da Biodiversidade em Ambientes Alterados). Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. E-mail: zabandjalandanilo@gmail.com

² Doutor em Biologia Vegetal. Professor associado do Colegiado de Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. E-mail: rogerio.krupek@unespar.edu.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6617>

V. 20, N. 1 (2023)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

different forms of consumption. The present work aimed to compare the germination rates of manually collected seeds and seeds that passed through the digestive tract of birds. The collections took place in the interior of the municipality of Bituruna, Paraná, using native plants. The collections were carried out with the aid of shade screens, being collected both the fruits that fell naturally and those that were defecated by birds. The seeds went through a period of three months of stratification, later sown in the soil. The germination percentage (n=200 for each type of dispersion) was obtained by counting the number of emerged seedlings to obtain the germination rates of both collections. In addition, the height was measured and the number of leaves counted. 6.5% germination was obtained for seeds collected manually and 42.5% for those from the predation process, this difference being statistically significant. For plant size and number of leaves, no significant differences were observed. The results showed that the passage through the digestive tract of the birds promoted an increase in the germination percentage, suggesting a positive effect, possibly in breaking the dormancy of mate seeds.

Keywords: Mate. Seeds. Germination. Birds.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) tem sido considerada uma das formações florestais mais notáveis em termos de valor ecológico (RODERJAN et al., 2002). Caracterizada floristicamente pela coexistência de vegetação de origem tropical e subtropical com presença de gêneros de *Coniferales* e *Laurales*, onde domina a *Araucaria angustifolia* (RODERJAN et al., 2002). Para Maack (1981), as espécies mais representativas e importantes que ocorrem em elevado grau de associação com Araucária na FOM são a imbuia (*Ocotea porosa*), e a erva mate (*Ilex paraguariensis* St.- Hil.). A Floresta Atlântica e em particular a Floresta Ombrófila Mista encontram-se bastante descaracterizadas do original, devido a supressão de espécies para fins comerciais, restando escassos remanescentes desse tipo de vegetação (REIS, 2007).

A *Ilex paraguariensis* St. Hill, pertence à família Aquifoliaceae, (MARQUES, 2013). A espécie ocorre naturalmente nos estados brasileiros do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, sul do Mato Grosso do Sul e extremo sul de São Paulo (PENTEADO et al., 2019). Nativa da Floresta Ombrófila Mista ou Mata de Araucárias, seus ramos mais finos e folhas após processamento, se tornam produto para consumo nas formas de mate (chimarrão, tererê), chá e cosméticos. Além de, servir como fonte de renda para muitas famílias através do extrativismo de suas folhas. O Paraná é o maior produtor de erva-mate do país, é responsável por 86,4% da produção nacional. Sendo o município de Bituruna um dos três maiores produtores do estado ocupando a terceira posição (IPARDES, 2019; IBGE, 2017).

Considerando a contínua diminuição das áreas florestadas naturais, o reconhecimento dos mecanismos de dispersão de sementes e estabelecimento da plântula tornam-se muito importantes. Estes são os primeiros passos para a regeneração de populações naturais de plantas, pois a remoção das sementes das proximidades da planta mãe e sua deposição em outras regiões podem influenciar na estrutura genética e distribuição espacial de futuras gerações (SEZEN et al., 2005; WANG e SMITH, 2002).

A zoocoria, processo de dispersão de sementes realizado por animais, é extremamente comum. Cerca de 50% a 98% das espécies vegetais dependem da dispersão realizada por vertebrados (GRIZ e MACHADO, 1998; TABARELLI e PERES, 2002). Conhecer o padrão de distribuição espacial e os processos ecológicos que envolvem espécies de remanescentes florestais, pode fornecer subsídios importantes para técnicas sustentáveis da floresta (PEREIRA, 2005).

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6617>

V. 20, N. 1 (2023)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Além disso, a semente de erva mate apresenta dois tipos de dormência (estratificação – necessidade de pré-resfriamento a 9 °C durante 30 dias; e imaturidade do embrião – embrião rudimentar) o que dificulta seu manejo (Medeiros, 1998). Considerando que é uma planta de importância econômica na região, reconhecer mecanismos relacionados ao desenvolvimento inicial da planta podem auxiliar na produtividade e conseqüentemente na renda familiar rural de pequenos produtores.

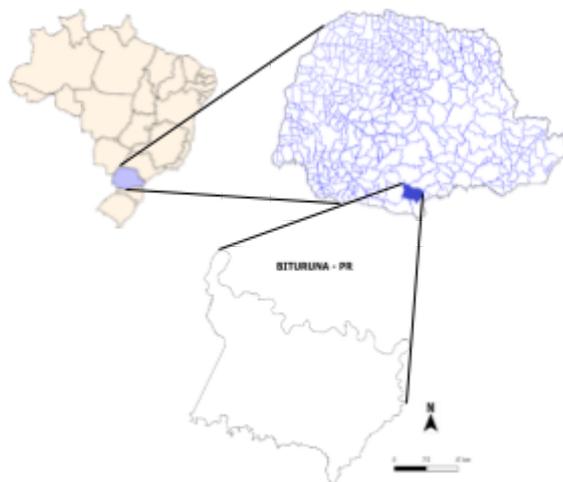
Neste sentido, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a taxa de germinação de sementes de *I. paraguariensis* dispersada naturalmente e também por pássaros (após ser predada). A nossa hipótese inicial era que as sementes provenientes da predação realizada por pássaros apresentassem maior taxa de germinação. Espera-se contribuir com informações dos processos ecológicos envolvendo essa planta nativa, além de subsidiar estudos sobre o desenvolvimento da espécie para sua devida preservação e, de possibilitar seu uso em técnicas de manejo para recuperação nos fragmentos florestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo pertence ao município de Bituruna, região sul do estado do Paraná (Figura 1). O município é um grande produtor de erva mate, tanto nativa quanto cultivada, fazendo parte do ranking dos três maiores produtores do Paraná com um total de 32.400 toneladas/ano, perdendo apenas para Cruz Machado com 55.400 toneladas/ano e São Mateus do Sul com 39.000 toneladas/ano (IPARDES, 2019).

Figura 1. Localização do município de Bituruna no estado do Paraná, Brasil, local onde o estudo foi desenvolvido.



2.2 Coleta de material biológico

A área de procedência das sementes compreende uma propriedade particular no interior do município. Foram selecionadas plantas (n=10) de erva mate de ocorrência natural para a coleta das sementes, com distância mínima de 300 metros de áreas que continham exemplares não nativos



(plantadas pelo homem). As sementes coletadas foram provenientes de duas fontes: (a) diretamente da planta mãe e (b) do processo de digestão de aves da região.

A coleta das sementes ocorreu durante o mês de março, período de frutificação. Foram coletados os frutos e sementes, já em processo de dispersão. Para tanto, foram dispostas sob as plantas telas do tipo sombrite para facilitar a coleta das sementes que eram dispersadas pela planta ou pelos pássaros que visitavam a planta (Figura 2).

Figura 2. Imagem das plantas de erva mate utilizadas mostrando a disposição do sombrite circundando a planta para as realização das coletas de frutos e sementes.



Os frutos que naturalmente se desprenderam dos ramos e ficaram depositados no sombrite, foram colocadas em recipientes com água por três dias para que o restante da massa (polpa), se soltasse das sementes. Após esse período, as sementes foram maceradas e lavadas com água corrente, penduradas em um saco rede para escoar o excesso de água por um período de duas horas. em seguida, as sementes foram espalhadas sobre um lençol a sombra até que estivessem secas por completas (ZANON, 1988). Assim foram obtidas as sementes provenientes diretamente da planta mãe.

Para a coleta das sementes provenientes da digestão das aves, as sementes defecadas pelos pássaros (grumos de fezes) foram coletadas diretamente dos sombrites, buscando retirar apenas as sementes do material restante que compunha as fezes (dejetos de outros alimentos que a ave havia ingerido). Neste caso, não foi realizada a lavagem das sementes, apenas separadas manualmente.

As sementes provenientes das duas fontes (natural e predadas) foram então dispostas separadamente em recipientes organizados da seguinte forma: uma camada de 10 cm de areia; sementes de erva mate (n=400, sendo 200 provenientes da coleta convencional e as outras 200 defecadas pelos pássaros); uma camada de 10 cm de areia cobrindo as sementes. Tal procedimento foi realizado devido a necessidade de quebra de dormência (estratificação) das sementes de erva mate (MEDRADO, 2003). O recipiente foi mantido em local protegido da luz e calor e umedecido regularmente de 2 em 2 dias para manter uma temperatura baixa. As sementes permaneceram neste ambiente por um período de três meses.

Após a estratificação, as sementes foram retiradas, lavadas e então semeadas em dois canteiros (um para cada forma de coleta das sementes – natural e predada) com o mesmo tipo de solo, o qual consistia em uma camada de aproximadamente 10 cm de espessura de terra virgem proveniente de barranco, e sobre esta uma camada de 5 cm de terra fina peneirada com matéria orgânica, retirada da mata. A terra virgem foi utilizada por pensar-se que ela é livre de agentes que possam afetar o desenvolvimento da plântula como ervas daninhas e excessos de seres



microscópios, enquanto que a camada peneirada com restos orgânicos, serve como fonte de nutrientes (MEDRADO, 2003). As sementes foram semeadas a uma profundidade de três centímetros aproximadamente. Os canteiros foram molhados diariamente durante todo o processo.

Ao iniciar o processo de germinação (após a primeira plântula emergir) foi mensurado, para cada tratamento (natural e predada) o número de sementes germinadas a cada 15 dias (até não ocorrer germinação). Em adição, todas as plântulas foram medidas (altura da parte aérea) e contadas o número de folhas.

Todos os dados foram submetidos à estatística descritiva e as diferenças entre o número de sementes germinadas, tamanho e número de folhas das plântulas entre os dois tratamentos utilizados foi averiguada através do teste *t* de Student. A relação entre altura e número de folhas foi averiguada através do teste de correlação *r* de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros eventos de germinação ocorreram 110 dias após a semeadura. E o período de germinação durou 61 dias. O longo tempo decorrido entre a disposição das sementes para a quebra de dormência e o início da germinação demonstra a lentidão do processo de origem de novas plântulas de erva mate. A necessidade de condições específicas, por conseguinte, deve limitar a distribuição da planta a regiões particulares dentro da Floresta Ombrófila Mista. A condição rudimentar do embrião de *I. paraguariensis* e a consequente necessidade de um período de estratificação leva assim a um processo de germinação desuniforme e distribuído ao longo do tempo (FOWLER e STURION, 2000). Tal condição fisiológica da semente também atinge a produção comercial de mudas.

Existe muita controvérsia em relação ao tempo necessário de estratificação das sementes de erva mate, a qual pode variar de 30 dias (MELLO, 1980) até 180 dias (ZANON, 1988). Em um estudo mais recente, Souza et al. (2019) utilizou períodos de 90 e 180 dias para verificação do efeito da estratificação. Neste estudo optamos por um período intermediário no intuito de evitar que um período de estratificação muito longo pudesse mascarar o efeito da predação da semente na taxa germinativa.

O período de aproximadamente 200 dias decorridos até o início da germinação das sementes, considerando período de estratificação e semeadura, está de acordo com os resultados obtidos por Catapan (1998), que verificaram o início da germinação após períodos de 164 a 252 dias. Menna (1995) salienta que o tempo necessário para germinação varia entre 100 e 360 dias, sendo que o processo ocorre de modo desuniforme ao longo do tempo, e, normalmente, gerando uma baixa taxa de germinação (inferior a 20%).

Ao todo foram verificadas um total de 13 (6,5% do total) sementes germinadas oriundas do processo de coleta manual e 85 (42,5% do total) provenientes do processo de predação por pássaros. Isso pode significar que as sementes após passarem pelo trato digestório dos pássaros, se tornam mais germinativas do que aquelas dispersas por outros fatores como pela ação humana, provavelmente devido aos efeitos químicos e mecânicos sofridos durante a digestão da ave (D'AVILA et al., 2010).

Baixas taxas de germinação têm sido observadas em outros trabalhos. Cuquel et al. (1994) não obtiveram valores maiores que 24% de germinação utilizando diferentes tipos de métodos para quebra de dormência. Alguns tratamentos não apresentaram germinação de sementes. Valores baixíssimos de germinação (variando de zero a 1,75%) foram obtidos por Schaparini e Vicelli (2011) em um estudo que utilizou métodos de estratificação com curtos períodos de tempo



(máximo de 24 horas). Catapan (1998) avaliou a porcentagem de germinação de sementes de erva mate ao longo de diferentes períodos de estratificação (após 134, 179 e 222 dias) e sob a influência de diferentes fatores (temperatura, substrato e luz) e obteve valores entre zero e 52%. Por fim, Ferreira (1997) obteve uma porcentagem de germinação variando de 2 a 5%. Neste caso foi utilizado o método tradicional de estratificação, como neste estudo.

Considerando os resultados dos trabalhos acima descritos, o percentual obtido neste estudo (6,5% de germinação) para sementes dispersas naturalmente é perfeitamente aceitável, encontrando-se dentro do esperado e já descrito para *Ilex paraguariensis*. A porcentagem de germinação (42,5%) verificada para sementes obtidas após o processo de predação por pássaros, entretanto, pode ser considerado alto e satisfatório, principalmente se considerarmos o tempo de estratificação utilizado.

Informações sobre a predação de frutos e consequente influência sobre o processo de germinação das sementes de erva mate são completamente inexistentes, entretanto, alguns estudos foram desenvolvidos com outras espécies e podem ajudar a compreender os resultados aqui obtidos. Neste sentido, Bocchese et al. (2008) compararam a taxa de germinação de sementes de *Cecropia pachystachya* entre aquelas dispersas naturalmente e predadas por aves. Como a erva mate, *C. pachystachya* também apresenta baixas taxas de germinação natural e os resultados revelaram diferenças significativas na porcentagem de germinação (46,5% para sementes predadas e 32% para naturais). Segundo os autores, tal efeito estimulatório deve-se a ação de ácidos digestórios das aves, atuando na escarificação química da semente.

Diferentes estudos obtiveram resultados variáveis em relação a ação da predação sobre a germinação de sementes. Oliveira et al. (2021), simularam o efeito da passagem pelo trato digestivo de aves, sementes de 14 espécies nativas do bioma Pantanal. Os resultados variaram entre as espécies, sendo estes, na maioria das vezes benéficos. Para a espécie *Ocotea puberula*, Silva et al. (2012) observaram uma taxa de germinação mais elevada para sementes predadas por pássaros. Estas, entretanto, não passaram completamente pelo trato digestivo, sendo obtidas após a regurgitação das aves. Tomazi e Figueiredo (2002) observaram efeitos negativos na germinação de sementes de *Epiphyllum phyllanthus* predadas por *Turdus amaurochalinus*. Os autores, entretanto, descreveram a presença de viviparidade para as sementes de *E. phyllanthus*, sendo a mesma possivelmente autocórica e suas sementes pouco resistentes à passagem pelo trato digestivo de aves.

Considerando as características morfoestruturais da semente de *I. paraguariensis*, que se constitui de um pirênio, possuindo um endocarpo lenhoso (MEDEIROS, 1998), o processo de escarificação química promovido pela ação do trato digestivo dos pássaros parece coerente. Segundo Fowler et al. (2007), sementes de erva mate são duras e impermeáveis, característica que dificulta o processo de absorção de água e trocas gasosas e consequentemente a germinação da semente. Embora Mello (1980) tenha afirmado que a dormência de sementes de *I. paraguariensis* não seja devido à impermeabilidade da casca, e sim à imaturidade do embrião, Fowler et al. (2007) salientam que fatores presentes no endocarpo da semente de erva mate podem inibir o desenvolvimento posterior dos embriões. Mireski (2018) encontrou maiores teores de compostos fenólicos em sementes frescas de erva mate quando comparado a sementes estratificadas, sugerindo um efeito de lixiviação dos mesmos.

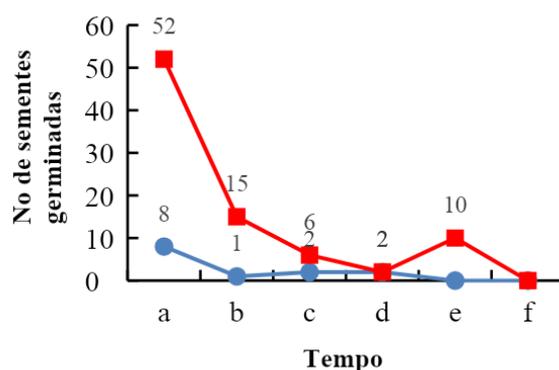
Desta forma, considerando os pressupostos acima descritos, somado aos resultados obtidos neste trabalho (maior taxa de germinação de sementes em um relativo curto período de estratificação) para as sementes obtidas após a predação por pássaros, podemos dizer que a influência positiva da passagem da semente pelo trato digestivo de aves foi aqui reafirmada.



Niklas (1987) ao analisar o estágio de desenvolvimento do embrião de *I. paraguariensis* em frutos maduros, encontrou uma porcentagem de apenas 0,9% de embriões maduros. A maioria dos embriões encontravam-se no estágio de coração (mais de 70% do total). Fowler e Sturion (2000) salientaram que, no gênero *Ilex*, a continuidade do crescimento se dá posteriormente quando as sementes encontram condições ideais para a germinação. Considerando que os embriões do gênero *Ilex* tendem a germinar *in-vitro*, independente do seu estágio de desenvolvimento (HU e FERREIRA, 1989; FOWLER e STURION, 2000), é possível que, não germinação completa das sementes de erva mate neste estudo, mesmo aquelas passadas pelo trato digestivo das aves, deva-se a ausência de condições ambientais ideais para a germinação.

O processo de germinação de sementes em ambos os tratamentos ao longo do período de tempo pode ser visualizado na figura 3. A maior taxa de germinação ocorreu entre os primeiros 14 dias, diminuindo drasticamente, principalmente no tratamento das sementes predadas, com o passar do tempo, sendo que após dois meses do início da germinação o processo cessou completamente (Figura 3).

Figura 3. Número de sementes germinadas ao longo do tempo para as sementes obtidas naturalmente (-●-) e predadas por pássaros (-■-). As letras referem-se às datas, sendo: a = 16/01/2021; b = 31/01/2021; c = 15/02/2021/ d = 02/03/2021; e = 17/03/2021; f = 01/04/2021.



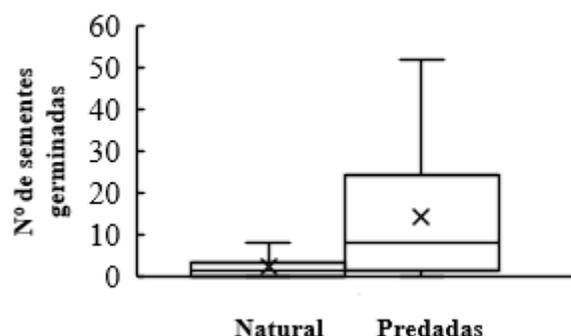
Penteado Júnior e Goular (2019) descrevem que o período de emergência das plântulas de erva mate após a sementeira ocorre entre um período de 30 a 60 dias. Nossos resultados estão de acordo com estes autores, embora possamos considerar que o início da germinação tenha ocorrido em um período precoce.

Os baixos valores obtidos na germinação (6,5% e 42%) das sementes de erva mate, bem como a sua prolongada distribuição ao longo do tempo (± 2 meses) são características típicas da espécie e já descrita anteriormente (CUNHA e FERREIRA, 1987; FOWLER e STURION, 2000). Os fatores determinantes (imaturidade do embrião, presença de inibidores no endocarpo pétreo, necessidade de estratificação) já foram apresentados e discutidos acima. Essa distribuição germinativa ao longo do tempo apenas reforça a necessidade particular de cada semente, as quais devem apresentar características e necessidades próprias, mesmo oriundas do mesmo local ou planta mãe.

O teste t ($t = -1,579$ $p < 0,001$) revelou que houve diferença significativa entre os dois tratamentos (Figura 4). A média de sementes germinadas obtidas da dispersão natural foi de 2,16 ($\pm 2,99$) enquanto que para as sementes obtidas após a predação a média foi de 14,16 ($\pm 19,31$).



Figura 4. Valores comparativos (mínimo, máximo, 1º e 3º quartis, mediana e média) no número de sementes germinadas provenientes de dispersão natural e predadas.



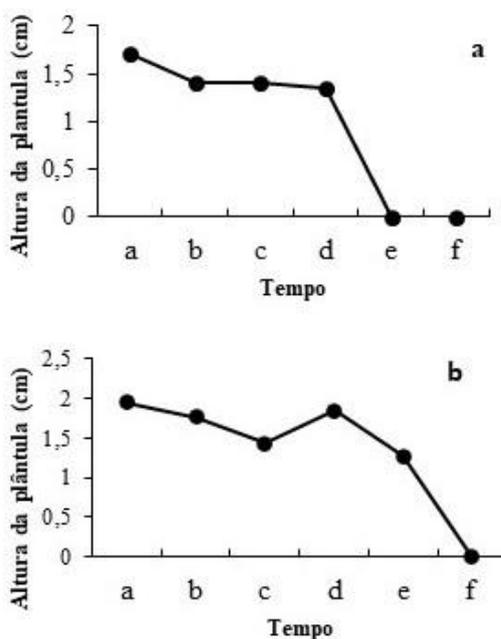
Estudos desenvolvidos com outras espécies também encontraram diferenças significativas na taxa de germinação, obtendo valores mais elevados para aqueles provenientes da passagem pelo trato digestivo de animais: Bocchese et al. (2008) – para sementes de *Cecropia pachystachya*; Oliveira et al. (2021) – para sementes das espécies *Bunchosia paraguariensis*, *Erythroxylum anguifugum*, *Eugenia florida*, *Paullinia pinnata* e *Protium heptaphyllum*; Silva et al. (2002) – para a espécie *Ocotea puberula*.

Todos estes trabalhos, somado aos resultados obtidos neste estudo mostraram que as sementes predadas apresentaram melhores condições de germinação. Desta forma, podemos inferir que, sementes ornitocóricas como as da erva mate, apresentam uma relação com seus dispersores muito maior do que simplesmente um agente dispersor, mas uma relação ecológica de interdependência que resulta em um possível sucesso na ocupação e distribuição populacional.

Oliveira et al. (2021) acentuam que o processo de predação traz efeitos positivos a neutros sobre a germinação, sendo raro efeitos negativos. Entretanto, as respostas podem variar conforme a espécie de frugívoro, possuindo estas formas diferentes de utilizar a polpa do fruto e a semente. Como neste estudo não foi averiguado quais as espécies de aves consumiram os frutos de *Ilex paraguariensis* no local de estudo, não podemos afirmar que esta tenha atingido seu potencial máximo de germinação após passagem pelo trato digestivo dos pássaros, pois diferentes animais dispersores apresentam distintas estratégias de ingestão e digestão dos frutos/sementes que podem gerar respostas variáveis por parte das sementes (REID e ARMESTO, 2011; FENNER, 1985). Sugerimos fortemente que sejam desenvolvidos estudos posteriores para se averiguar o efeito particular de diferentes espécies frugívoras no processo de germinação das sementes de erva mate.

Com relação ao tamanho das plantas medidas em cada uma das datas, os resultados estão expressos na figura 5. Percebe-se que ao longo do tempo, houve uma pequena redução no tamanho das plântulas. Considerando que todas as plântulas foram medidas após 15 dias de germinação, fica claro que existe uma tendência de limitação no desenvolvimento inicial das plântulas que germinaram mais tardiamente.

Figura 5. Variação na altura da parte aérea das plântulas ao longo do tempo para as sementes obtidas naturalmente (a) e predadas por pássaros (b). As letras referem-se às datas, sendo: a = 16/01/2021; b = 31/01/2021; c = 15/02/2021/ d = 02/03/2021; e = 17/03/2021; f = 01/04/2021.



O crescimento inicial desuniforme é uma característica comum entre as plantas, e em particular para a erva mate (FOWLER e STURION, 2000). Inúmeros fatores podem interferir no mecanismo de crescimento inicial da plântula desde sua germinação até o seu estabelecimento. Assim, a diferença observada nas plântulas ao longo do tempo pode ser devida a diferenças na qualidade morfofisiológica das sementes, numa menor capacidade de utilização dos nutrientes do solo, pela própria diminuição da disponibilidade nutricional do solo ao longo do tempo ou ainda por características genéticas implícita ao indivíduo. Entretanto, parece lógico supor que as sementes com melhores condições (morfológica, fisiológica e genética) tendem a germinar primeiro e conseqüentemente apresentar um crescimento mais acelerado.

Para a altura da plântula o teste *t* não revelou diferença significativa ($t = -0,929; p > 0,05$) entre os tratamentos avaliados. O valor médio das plântulas germinadas a partir de sementes dispersas naturalmente foi de 1,46 cm ($\pm 0,16$) e daquelas predadas foi de 1,65 ($\pm 0,28$). Embora não se tenha verificado diferença estatística, os valores observados para as plântulas oriundas da predação por pássaros foram maiores, o que pode significar certa vantagem frente às plantas provenientes da dispersão natural.

Com relação ao número de folhas, não foram observadas variações, provavelmente devido ao tempo reduzido (15 dias) decorrente entre a germinação e a data de avaliação. Todas as plântulas ($n=13$) provenientes das sementes dispersas naturalmente apresentaram, após 15 dias de desenvolvimento, duas folhas desenvolvidas. Já para as plântulas oriundas de sementes predadas foi verificado uma pequena variação, de duas a três folhas apenas. Neste caso, foi verificada uma correlação positiva ($r = 0,687; p < 0,001$) entre altura da planta e número de folhas, o que é coerente e esperado no desenvolvimento inicial de plantas.



Após o encerramento da germinação foi verificado a presença de fungos nas plântulas de erva mate. Para as plântulas germinadas de sementes provenientes da dispersão natural, todas (n=13) acabaram mortas por algum tipo de fungo. Já para as plântulas provenientes das sementes predadas 77% (n=37) apresentaram a presença de fungos. Tais resultados demonstram a sensibilidade das plântulas de erva mate à presença de fungos, diminuindo ainda mais a taxa de produção de novos indivíduos, seja em condição natural quanto cultivada.

Os principais fungos envolvidos nas mortes de plântulas de erva mate consistem em: *Botrytis* sp., *Cylindrocladium spathulatum*, *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. e *Phythium* sp. (MEDRADO, 2003). A presença destes organismos em viveiros de erva mate é comum na região sul do Brasil e causam perdas significativas (OLIVEIRA, 2013; POLETTO, 2009). Segundo Oliveira (2013) estes fungos são provenientes principalmente do solo ou matéria orgânica, colonizando inicialmente as sementes durante os estágios de dormência e germinação. Segundo Grigoletti Júnior e Auer (1996), sementes de erva mate provenientes do processo de estratificação geralmente apresentam alto índice de contaminação por fungos o que leva a inviabilização da semente ou provoca doenças nas plântulas, conforme observado neste estudo.

A menor proporção de fungos observado nas plântulas provenientes da predação por aves pode ser, neste sentido, um efeito da ação dos ácidos digestivos sobre os propágulos fúngicos já presentes nas sementes avaliadas.

4. REFERÊNCIAS

BOCCHESI, R.A., OLIVEIRA, A.K.M., LAURA, V.A. Germinação de sementes de *Cecropia pachystachya* Trécul (Cecropiaceae) em padrões anteriores e posteriores à passagem pelo trato digestório de aves dispersoras de sementes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 19-26, 2008.

CATAPAN, M.I.S. **Influência da temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de *Ilex paraguariensis* St. Hil.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba 1998.

CUNHA, G.G., FERREIRA, A.G. Viabilidade das sementes de erva-mate. **Ciência e Cultura**, Porto Alegre, v.10, n. 39, p. 974-976, 1987.

D'AVILA, G., GOMES-Jr., A., CANARY, A.C., BUGONI, L. The role of avian frugivores on germination and potential seed dispersal of the Brazilian Pepper *Schinus terebinthifolius*. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 10, n.03, p. 45-51, 2010.

FENNER, M. **Seed ecology**. London, Chapman and Hall. 1985, 151p.

FOWLER, J.A.P., STURION, J.A. Aspectos da formação do fruto e da semente na germinação da erva-mate. **Embrapa**, Colombo, n. 45, p.1-5, 2000.

FOWLER, J.A.P., STURION, J.A., ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Variação do desenvolvimento embrionário das sementes de erva-mate. **EMBRAPA-CNPQ**, Colombo, n.54, p.105-108, 2007.



GRIGOLETTI JÚNIOR, A., AUER, C.G. Doenças da Erva-Mate: Identificação e Controle. **EMBRAPA-CNPQ**, Colombo, n. 25, p.1-18, 1996.

GRIZ, L.M.S., MACHADO, I.C.S. **Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos**. Pp.197-224. In: Machado, I.C., Lopes, A.V., Pôrto, K.C. (orgs.). Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil). Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 197-224, 1998.

Instituto Paranaense de Desenvolvimento Social e Econômico – IPARDES. 2019. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/anuario_2019/4economia/tab4_2_14.htm. Acesso em 29/04/2021.

HU, C.Y., FERREIRA, A.G. **"In vitro" embryology of Ilex**. In: PARÉ, J., BUGNICOURT, M. **Some aspects and actual orientations in Plant Embryology**. Moulet. Amiens, p.76-91, 1989.

LORENZI, H. **Árvores brasileira: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil**, 5.ed. Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 2008.

MACK, R.N., CHAIR, S.D., LONSDALE, W.M., EVANS, H., CLOUT, M., BAZZAZ, F. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. **Issues in Ecology**, v. 5, p. 1-20, 2000.

MARQUES, J. J. et al. **Erva-mate: guia para aplicação de boas práticas agrícolas**. Lajeado, RS: Emater/RS - Ascar. 80 p. 2013.

MEDEIROS, A.C.S. Dormência em sementes de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 25p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 36).

MEDRADO, M. J. **Trabalhador no cultivo de plantas industriais- erva-mate: pragas e doenças**. Curitiba: SENAR-PR, p.20; 2003.

MELLO, V.D.C. **Morfologia e germinação da semente de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. 1980. Dissertação (M.S) - Universidade Federal de Pelotas. 81 p. 1980.

MENNA, A.B. **Proposta para ação extensionista na cultura da erva-mate**. In: WINGE, H., FERREIRA, A.G., MARIATH, J.E., de A., TARASCONI, L.C. (Org.) Erva mate: biologia e cultura no cone sul. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, p. 235-239, 1995.

MENEGUETI, J.C.B., NÓBREGA, L.H.P., SMANHOTTO, A., SILVEIRA, J.C.M. Superação da Dormência de Sementes de Erva-Mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill) por estratificação. **Varia Scientia**, v. 04, n. 08, p. 157-182, 2004.

MIRESKI, M. C. **Fatores físicos, químicos e biológicos que afetam a germinação de sementes de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate)**. Programa de pós-graduação em engenharia florestal- **UFPR**, Curitiba, 2018.



- NIKLAS, C.O. Estudos embriológicos y citologicos em la yerba mate *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Bonplandia**, Corrientes, v.1, n.6, p.45-56, 1987.
- OLIVEIRA, E., MACIEL, C.G., CAMPAGNOLO, K. Qualidade sanitária de sementes de erva-mate. **Unoesc & Ciência** - ACET Joaçaba, v. 6, n. 2, p. 233-240, 2015.
- OLIVEIRA, K.R., SOUZA, E.O., MARCELO, M.M., CEDREIRA, E.R., MENDONÇA, M.B.K., PAIVA, E.M.L.L., LANDGREF FILHO, P., AOKI, C. Germinação de sementes e efeitos da simulação da passagem pelo trato digestivo de aves no Pantanal Sul. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.2, p.17968-17983, 2021.
- PENTEADO, J.J.F., GOULART, I.C.G.R. Erva 20: **Sistema de produção para erva-mate**— Brasília, DF: Embrapa, 152 p. 2019.
- PEREIRA, A.A. **Análise da distribuição espacial de Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis*) usando a geoestatística e sistema de informações geográficas**. 2005. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 47 p., 2005.
- POLETTO, I. et al. Inoculação de *Fusarium oxysporum* e *Fusarium solani* e níveis de sombreamento na erva-mate: influência na severidade da podridão de raízes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 267-278, 2009.
- RACHWAL, M.F.G., CARVALHO, P.E.R., WITHERS, L.H.O. Roteiro da Educação Ambiental no Arboreto da Embrapa Florestas. **EMBRAPA-CNPQ**, Colombo – PR, 2006.
- REID, S., ARMESTO, J.J. Interaction dynamics of avian frugivores and plants in a Chilean Mediterranean shrubland. **Journal of Arid Environments**, v. 75, p. 221–230, 2011.
- REIS, A., TRES, D.R., SCARIOT, E.C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 67., 2007.
- RODERJAN, C.V., GALVÃO, F., KUNIYOSHI, Y.S., HATSCHBACH, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 42-75., 2002.
- SILVA, A. C., PORTELA, O., LORDELLO, A.L.L., NOGUEIRA, A.C. Efeito do ph sobre o grau de germinação de sementes de *Ocotea puberula* (*Lauraceae*). **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 19-22, 2002.
- SEZEN, U.U., CHAZDON, R.L., HOLSINGER, K. E., & RICA, C. Genetic Consequences of second-growth forest regeneration. *Science*. v. 11, n. 307, p. 5711-5891, 2005.
- SOUZA, A.C. **Dormência em sementes de *Ilex paraguariensis***. Tese (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Fisiologia e Manejo de Plantas) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Lages, 2018.



SOUZA, G.F., OLIVEIRA, L.M., AGOSTINETTO, L., PUCHALE, L.Z., SCHATZ SÁ, A.C. Efeito da estratificação em substrato esterilizado na qualidade sanitária de sementes de *Ilex paraguariensis*. UFSM, **Ciência florestal** - Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 854-862, 2019.

TABARELLI, M., PERES, C.A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlanti forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, n. 2, p. 165-176, 2002.

TOMAZI, E.F., FIGUEIREDO, R.A. Efeito da Ingestão por Aves na Germinação de Sementes de *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae) em Jundiá – SP, Brasil. **Revista das Faculdades de Educação, Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta**, v. 4, n. 7, p. 11-15, 2002.

WANG, B. C., & SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology & Evolution*. 2022. doi:10.1016/S0169-5347(02)02541-7.

ZANON, A. Produção de Sementes de Erva-Mate. Curitiba, EMBRAPA - CNPF, 1988.

