

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ISABELA DA COSTA GASPARINI

**SIMULAÇÃO DE DANO PARCIAL EM SEMENTES E SUA RELAÇÃO COM O
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS DE *EUGENIA* SPP.**

Sorocaba

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ISABELA DA COSTA GASPARINI

**SIMULAÇÃO DE DANO PARCIAL EM SEMENTES E SUA RELAÇÃO COM O
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS DE *EUGENIA* SPP.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Humanas e Biológicas da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientação: Prof. Dr. Alexander Vicente
Christianini

Sorocaba

2021

Gasparini, Isabela da Costa

Simulação de dano parcial em sementes e sua relação com o desenvolvimento das plântulas de *Eugenia* spp. / Isabela da Costa Gasparini -- 2021.
40f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Alexander Vicente Christianini

Banca Examinadora: Fiorella Fernanda Mazine Capelo, Sarah Caroline Ribeiro de Souza

Bibliografia

1. Ecologia de plantas . 2. Predação de sementes . 3. Myrtaceae. I. Gasparini, Isabela da Costa. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

*“Os lábios da Sabedoria estão fechados,
exceto aos ouvidos do Entendimento”.*

Os Três Iniciados

Folha de aprovação

Isabela da Costa Gasparini

"Simulação de dano parcial em sementes e sua relação com o desenvolvimento das
plântulas de *Eugenia* spp"

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Sorocaba, 17 de Junho de 2021.



Orientador


Prof. Dr. Alexander Vicente Christianini

Membro 1



Prof.ª. Dra. Fiorella Fernanda Mazine Capelo

Membro 2



Prof.ª. Dra. Sarah Caroline Ribeiro de Souza

AGRADECIMENTOS

Aos meus Mestres, pelo conhecimento, e pela oportunidade de tirar meus véus e ver a vida com um propósito maior. A minha família: meus pais, Vagner Cesar Gasparini e Eliana César da Costa, e meu irmão Vinicius da Costa Gasparini, por me permitirem ser quem eu sou e aceitarem caminhar comigo no meu processo evolutivo. Ao meu companheiro João Pedro Ferreira de Pádua Bandeira por me ajudar a ver as coisas com mais leveza, pelo apoio, por sempre acreditar no meu potencial e por ser meu melhor amigo. Ao meu orientador, Alexander Vicente Christianini, por me auxiliar e participar do meu processo como futura bióloga. As professoras Fiorella Fernanda Mazine Capelo e Sarah Caroline Ribeiro de Souza, por aceitarem fazer parte do aperfeiçoamento desse trabalho. A Bianca Bimbatti, por ter dividido comigo a experiência de fazer esse projeto, porém focando a parte de germinação, e ter me ajudado em toda parte prática e das checagens semanais ao viveiro. A Mirela Alcolea, por sempre ter me ajudado. A todos os colegas do nosso laboratório por terem ajudado na parte prática do experimento. A todos que permitiram que esse trabalho pudesse acontecer. Aos meus eternos amigos. A todos vocês, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A predação de sementes costuma ser vista como sinônimo de morte da semente. Atualmente, é conhecido que danos parciais permitem que algumas sementes sejam ainda germináveis, e se desenvolvam em plântulas. No presente estudo foram utilizadas sementes de *Eugenia pyriformis*, *E. involucrata* e *E. uniflora*, para (i) testar qual o limite de dano as sementes toleram e se a tolerância está ligada ao tamanho da semente; (ii) avaliar a viabilidade das plântulas resultantes, uma vez que os efeitos tardios da predação parcial são ainda pouco explorados; (iii) investigar se o dano afeta a alocação de investimento no crescimento das raízes ou no caule. Os danos foram realizados às sementes simulando predação parcial por roedores. As plântulas resultantes destas sementes danificadas foram plantadas em tubetes com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação durante três meses. Plântulas oriundas de sementes grandes, representadas por *E. pyriformis*, não foram afetadas por danos pequenos, e pouco dano estimulou um crescimento acima do esperado das plântulas. Plântulas advindas de sementes pequenas, como *E. uniflora*, tiveram maior investimento nas raízes; e *E. involucrata* tiveram um investimento aparentemente preferencial em caule. De modo geral, os danos parciais são bem tolerados pelas espécies de *Eugenia* e, quando não extensos, podem contribuir para as que as plântulas se desenvolvam mais rápido.

Palavras chave: dano parcial. Ecologia de plantas. Granivoria. Myrtaceae. Predação de sementes.

ABSTRACT

Seed predation is usually seen as a synonym of death to the seed. Nowadays, it's known that some damaged seeds can still germinate, and grow as seedlings. In this study we used seeds from *Eugenia pyriformis*, *E. involucrata* and *E. uniflora* to: (i) to test what is the threshold of damage the seeds can tolerate and if tolerance is linked with seed size; (ii) to evaluate the viability of these seedlings, considering the gap of information about the late effects of partial predation; (iii) to investigate if seed damage affect resource allocation to the roots or stem. Seeds were damaged to simulate the partial consumption by a rodent. The seedlings were planted in tubes and kept in a greenhouse for three months. Seedlings emerging from large seeds, represented by *E. pyriformis*, were not affected by light damages, and light damages stimulated seedling growth. Seedlings from small seeded plants were more affected by damages, resulting in smaller seedlings. Seedlings from *E. uniflora* invested more in root growth, while *E. involucrata* invested more in stem growth. Our results indicate that partial damage to the seeds are relatively well tolerated by *Eugenia*, and that, when non-extensive, these damages can contribute for a faster seedling development.

Keywords: partial damage. Granivory. Myrtaceae. Plant ecology. Seed predation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Plântulas obtidas no experimento, identificadas individualmente por linha e coluna, onde as colunas são os tratamentos Controle, T1, T2, T3 e T4, da esquerda para a direita, respectivamente. Em **A)** *Eugenia pyriformis*; em **B)** *Eugenia involucrata* e em **C)** *Eugenia uniflora*. Fotos autorais.....19
- Figura 2:** Exemplares utilizados no experimento. Em **A)** *Eugenia involucrata* em tratamento controle. Em **B)** *Eugenia uniflora* em tratamento de dano T4. Fotos autorais.....20
- Figura 3:** Médias e Erro Padrão para peso total (PT), razão da massa seca da raiz (RMR) e razão da massa seca do caule (RMC) para cada categoria de dano, divididos em: C – controle; T1 – até 25% de remoção dos cotilédones; T2 – até 50% de remoção; T3 – até 75% e T4 – mais de 75%. Tamanho amostral: *Eugenia pyriformis*: C = 8; T1 = 9; T2 = 10; T3 = 8; T4 = 10. *Eugenia involucrata*: C = 6; T1 = 6; T2 = 6; T3 = 7; T4 = 5. *Eugenia uniflora*: C = 10; T1 = 9; T2 = 10; T3 = 8; T4 = 4.....24
- Figura 4:** Gráficos de regressão para *Eugenia pyriformis* para **C1**: peso total das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C2**: razão da massa seca da raiz das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C3**: peso da razão da massa seca do caule das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas controle (tracejo grosso) e para danificadas (tracejo fino), e as respectivas equações de regressão **(A)** para controles e **(B)** para sementes danificadas.26
- Figura 5:** Análises em *Eugenia pyriformis* da perda de massa total das plântulas de acordo com a diferença entre o esperado do crescimento das plântulas e o peso real observado versus porcentagem de massa perdida das sementes.27
- Figura 6:** Gráficos de regressão para *Eugenia involucrata* para **C1**: peso total das plântulas versus peso das sementes pré-dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C2**: razão da massa seca da raiz das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C3**: peso da razão da massa seca do caule das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas danificadas (tracejo fino), e as respectivas equações de regressão **(B)** para sementes danificadas.29
- Figura 7:** Gráficos de regressão para *Eugenia uniflora* para **C1**: peso total das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C2**: razão da massa seca da raiz das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C3**: peso da razão da massa seca do caule das plântulas versus peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas controle (tracejo grosso), e as respectivas equações de regressão **(A)** para controles.....31
- Figura 8:** Análises em *Eugenia uniflora* da perda de massa **A)** das raízes de acordo com a diferença entre o esperado do crescimento das plântulas e o peso real observado versus porcentagem de massa perdida das sementes. Análises da perda de massa **B)** do caule de acordo com a diferença entre o esperado do crescimento das raízes e o peso real observado versus porcentagem de massa perdida das sementes.32

Figura 9: Gráficos de regressão de peso total (PT) para *Eugenia pyriformis*, *E. involucrata* e *E. uniflora* para peso das sementes controle e pré dano versus o peso das plântulas controle e pós dano. Tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas controle (tracejo grosso), e pós dano (tracejo fino) e as respectivas equações de regressão **(A)** para controles, e **(B)** para danificadas.....34

LISTA DE SIGLAS

MC	Massa do caule
MR	Massa da raiz
PT	Peso total da plântula
RMC	Razão da massa seca do caule
RMR	Razão da massa seca da raiz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. MÉTODOS	15
2.1. Espécies utilizadas	15
2.2. Dano experimental às sementes e desenvolvimento de plântulas	16
2.3. Padronização dos dados	20
2.4. Análises estatísticas	21
3. RESULTADOS	22
3.1. <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	25
3.2. <i>Eugenia involucrata</i> DC.	27
3.3. <i>Eugenia uniflora</i> L.	30
3.4. Análises peso obtido das plantas <i>versus</i> peso esperado de crescimento	32
4. DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A predação de sementes, ou granivoria, é conhecida por ser um processo fundamental que pode afetar no recrutamento das plantas e sua abundância na paisagem (JANZEN, 1970, 1971; LOAYZA et al., 2015), e também influenciar na evolução de características das plantas (JANZEN, 1971). Os predadores de sementes atuam como controladores da abundância de plantas competitivas, pois permitem a coexistência de um maior número de espécies não competitivas no mesmo local (JANZEN, 1970). Ao comerem uma semente inteira (de espécies que colonizam o solo mais rapidamente e com maior facilidade), acabam impedindo que a semente dessa espécie continue seu processo de crescimento (LOAYZA et al., 2015). Porém, uma semente danificada (com uma porção comida) não significa necessariamente que esteja morta. É conhecido que, por vezes, os predadores apenas fazem um consumo parcial, possibilitando a germinação da semente, que em plantas tropicais e temperadas pode ser considerado uma adaptação evolutiva ao risco de predação (VALLEJO-MARÍN; DOMÍNGUEZ; DIRZO, 2006; ANTO et al., 2018;).

O tamanho das sementes é uma característica que influencia na chance de sobrevivência das sementes que germinarão e se desenvolverão em plântulas viáveis. Sementes grandes, por exemplo, tendem a possuir maior sucesso em recrutamento por permitirem maior saciedade do predador antes que ele as destrua por completo. Por possuírem mais reservas nutritivas do que sementes pequenas, também produzem plântulas maiores que possuem maior sobrevivência a estressores naturais como sombreamento, secas, dessecação e pisoteios (MACK, 1998; MOLES; WESTOBY, 2004a). Sementes pequenas, que possuem menos reservas nutritivas, por sua vez, possuem capacidade de se alocarem no solo mais rápido, por possuírem maior necessidade de retirar seus nutrientes direto do solo, havendo um investimento direcionado para as raízes (MOLES; WESTOBY, 2004b; EL-AMHIR et al., 2017).

Danos de baixo porte nas sementes, aparentemente, são bem tolerados por muitas espécies, fazendo com que as sementes consigam germinar sem afetar e diminuir o seu fitness (MOLES; WESTOBY, 2004a). Acredita-se que grandes danos às sementes, com grande consumo dos cotilédones, provavelmente irão gerar plântulas pequenas, com

crescimento lento e tardio (MOLES; WESTOBY, 2004a). Plântulas oriundas de sementes pequenas possuem menor resistência contra os estressores naturais (MOLES; WESTOBY, 2004a), e conseqüentemente, poderão ter seu recrutamento afetado. Pouco se sabe sobre o efeito tardio que esses danos às sementes terão no desenvolvimento das plântulas, pois há um maior foco de estudos apenas para a germinação após o dano. Assim, se faz necessário estudos do desenvolvimento das plântulas oriundas de sementes danificadas e acompanhamento da sua performance ao longo do tempo comparado ao de sementes não danificadas.

Myrtaceae é uma das maiores famílias botânicas com ocorrência em ecossistemas neotropicais (SYTSMA et al., 2004), composta por 23 gêneros e 1034 espécies de ocorrência somente no Brasil (BFG, 2015; PROENÇA et al., 2020). Caracterizam-se por possuírem inflorescências axilares ou inflorescências reduzidas a flores solitárias, flores com coloração predominantemente branca, bissexuadas em sua maioria e raramente unissexuadas, frutos com bagas e presença de uma semente a muitas por fruto, com endosperma ausente e embrião variável (PROENÇA et al., 2020). As espécies neotropicais possuem frutos carnosos de sabor agradável, além de características adequadas para utilização em arborização urbana (SILVA et al., 2003; DELGADO; BARBEDO, 2007). Dentre os gêneros dessa família, *Eugenia* é o maior, com 407 espécies ocorrendo no Brasil, além de ser considerado um dos gêneros mais abundantes na composição florística de *hotspots* de biodiversidade (BFG, 2015; MAZINE et al., 2020). Possuem embrião pseudomonocotiledonar, com os cotilédones parcialmente concrecidos (ANJOS; FERRAZ, 1999; SILVA et al., 2003; 2005). Existem sementes de *Eugenia* com grande capacidade regenerativa quando fragmentadas, simulando dano por predador. *E. pyriformis*, por exemplo, possui uma grande capacidade de regeneração, mesmo quando o embrião é danificado (SILVA et al., 2003; PRATAVIERA et al., 2015; ALONSO; BARBEDO, 2020).

Os efeitos ecológicos do dano parcial às sementes e plântulas são pouco conhecidos para espécies brasileiras. O presente estudo buscou entender como a predação parcial de sementes pode afetar o desenvolvimento da plântula, com implicações para suas chances de recrutamento. Pretendeu-se então simular danos parciais como os provocados por um roedor em sementes de Myrtaceae e investigar qual

o limite de dano tolerado, que ainda permite a germinação da semente e o surgimento de plântulas viáveis. Investigou-se também a alocação de nutrientes investidos pela plântula em crescimento aéreo ou radicular, comparando-o com o investimento de plântulas originárias de sementes não danificadas. É esperado que quanto maior a taxa de danos às sementes, menor a germinação, e também menor o desenvolvimento das plântulas; e que plântulas oriundas de sementes pequenas aloquem seus nutrientes preferencialmente nas raízes.

2. MÉTODOS

2.1. Espécies utilizadas

Foram amostradas três espécies de Myrtaceae (Tabela 1), sendo elas *Eugenia pyriformis* Cambess., *Eugenia involucrata* DC., *Eugenia uniflora* L. Os frutos de *E. uniflora*, *E. involucrata*, *E. pyriformis*, foram coletados em quintais urbanos na cidade de Sorocaba (23° 30' 22" Sul, 47° 27' 21" Oeste); *E. uniflora* em Salto (23° 12' 10" Sul, 47° 17' 11" Oeste), no estado de São Paulo. Todas as espécies possuem forma de crescimento arbóreo, e suas sementes perdem capacidade de germinação quando atingem teores de perda de água entre 14% e 20%, devido a sua característica recalcitrante (LORENZI, 1992; ANDRADE; FERREIRA, 2000; DELGADO; BARBEDO, 2007). São nativas do Brasil, porém, não endêmicas, e todas possuem ocorrência em comum no Cerrado e na Mata Atlântica (MAZINE et al., 2020).

Tabela 1: Características gerais das espécies estudadas. (DELGADO; BARBEDO, 2007; LORENZI, 1992), incluindo número de indivíduos de onde as sementes foram obtidas, o número de sementes e plântulas empregados nos experimentos. CV = coeficiente de variação.

Espécie	Floração/ Frutificação	Massa média da semente ± desvio padrão (g)	N° Indivíduos	N° Sementes	N° Plântulas
<i>Eugenia pyriformis</i>	Agosto - Setembro/ Setembro - Janeiro	0,95 ± 0,53 CV: 55,4 %	3	112	45
<i>Eugenia involucrata</i>	Agosto - Setembro/ Outubro - Dezembro	0,45 ± 0,13 CV = 28,2%	2	197	30
<i>Eugenia uniflora</i>	Agosto - Novembro/ Outubro - Janeiro	0,30 ± 0,15 CV = 50,2%	6	259	41

2.2. Dano experimental às sementes e desenvolvimento de plântulas

Para testar o impacto do dano parcial às sementes no desenvolvimento das plântulas, inicialmente as sementes foram extraídas dos frutos maduros e lavadas em água corrente. Em seguida, foram inseridas em um recipiente com água, a fim de averiguar quais boiavam e quais afundavam. As sementes que boiaram foram descartadas, porque em geral apresentaram perfurações ou tecidos ocos, o que possivelmente afetaria a viabilidade das sementes. As que afundaram foram então consideradas potencialmente viáveis, e separadas por tamanho relativo para cada espécie (grandes, médias e pequenas) de forma a incluir a heterogeneidade natural do tamanho das sementes (Tabela 1) nos diferentes tratamentos de danos. *Eugenia pyriformis* foi classificada como a espécie a representar sementes grandes (tamanho médio das sementes coletadas vista na Tabela 1) e *E. involucrata* e *E. uniflora*, representando sementes pequenas. Em seguida, após serem secas em papel toalha, cada semente foi pesada em uma balança de precisão (Shimadzu ATX224), para se obter o peso fresco da massa inicial.

Para simular o impacto do dano parcial, as sementes passaram por tratamentos de corte onde se removia parte do cotilédone. Sementes de cada grupo de tamanho foram atribuídas ao acaso a um de cinco tratamentos de dano: controle (C), onde as sementes não sofreram nenhum tipo de dano; (T1), remoção em até 25% do peso total da semente; (T2), remoção de até 50% do peso total; (T3), remoção em até 75% do peso total; (T4), remoção de mais de 75% do peso total das sementes. Após os cortes, as sementes foram novamente pesadas para obter a quantidade de tecido removido. Para a realização dos danos foram utilizadas lâminas de barbear e estiletes. Para padronizar os danos parciais, os cortes em sementes foram realizados sempre ao lado oposto à cicatriz do embrião (ou placentária) e nas laterais das sementes. Após o dano, as sementes já danificadas foram plantadas em bandejas com células individuais para mudas, preenchidas com vermiculita. As bandejas foram mantidas em uma casa de vegetação nas dependências da UFSCar Sorocaba, revestida por sombrite (30%) e com irrigação automática, assegurando as mesmas condições para todas as sementes. A emissão da radícula foi considerada para registrar a germinação. As checagens da germinação foram realizadas semanalmente durante cinco meses. Após este período, as sementes não germinadas foram consideradas inviáveis e descartadas. Este período foi suficiente para acomodar ao menos um mês sem nenhuma nova germinação em qualquer dos tratamentos. Os dados de germinação das sementes danificadas foram explorados no projeto de iniciação científica de outra aluna, Bianca Rita Bimbatti, e irão compor um artigo científico junto com os dados das plântulas, e por isso não serão explorados em detalhe aqui.

As sementes germinadas dos cinco tratamentos que conseguiram se desenvolver em plântulas foram transplantadas (Figura 1), com os cotilédones ainda aderidos, para tubetes com ca. 280 cm³ contendo solo comercial *Forth condicionador*. Após três meses do plantio, as plântulas foram removidas dos tubetes e tiveram suas raízes limpas sob água corrente (Figura 2). Os caules foram posteriormente separados da raiz, sendo o corte realizado na cicatriz dos cotilédones, na divisão do hipocótilo e epicótilo. Ambas partes foram secas em estufa a 60° C por 24 horas, e posteriormente pesadas em balança de precisão gerando os dados de biomassa seca em gramas, com quatro casas decimais após a vírgula. Todas as plântulas que foram transplantadas para o experimento

sobreviveram até o momento de secagem da biomassa. O experimento todo ocorreu entre Outubro/2018 e Agosto/2020.

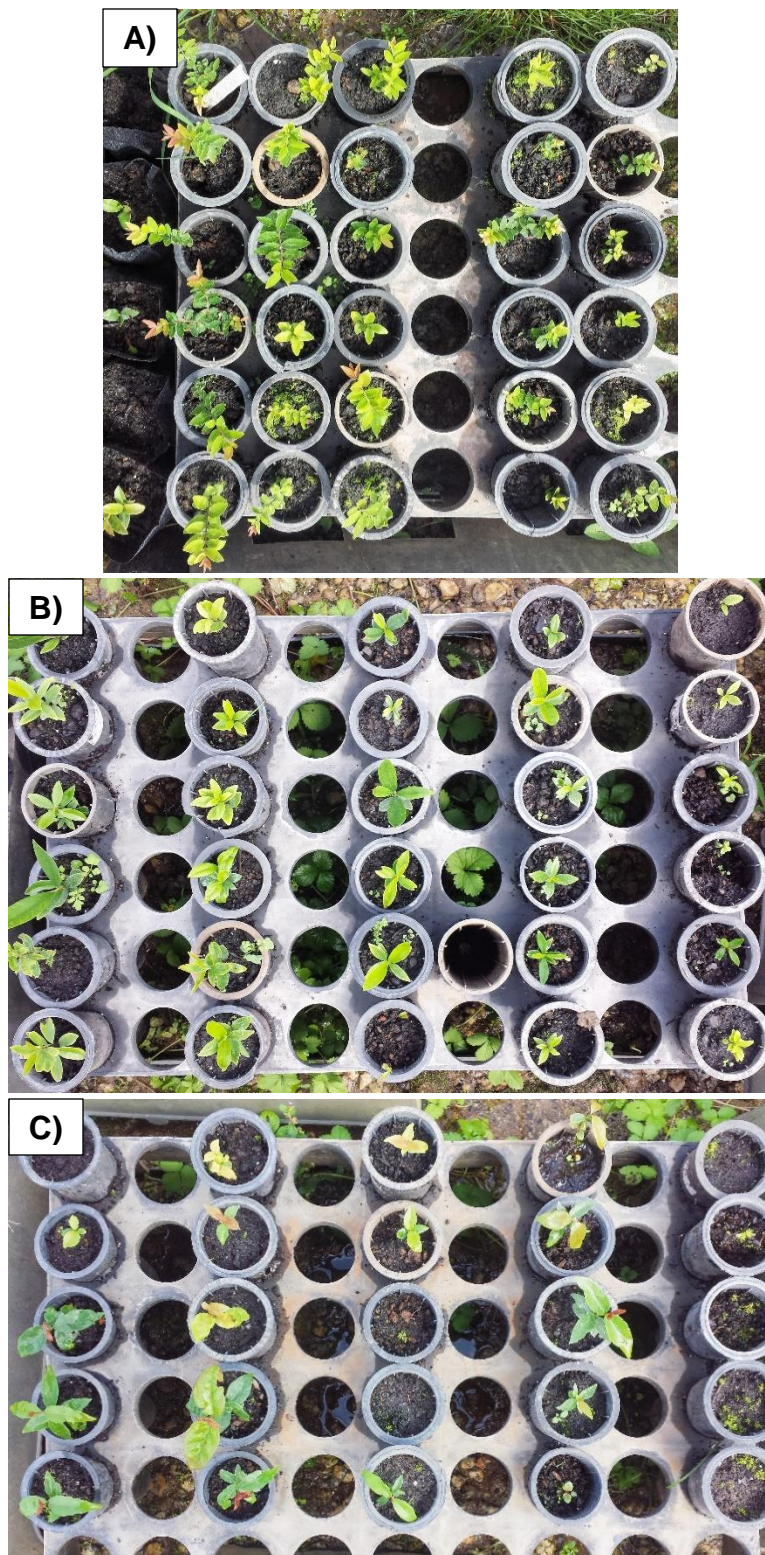


Figura 1: Plântulas obtidas no experimento, identificadas individualmente por linha e coluna, onde as colunas são os tratamentos Controle, T1, T2, T3 e T4, da esquerda para a direita, respectivamente. Em **A)** *Eugenia pyriformis*; em **B)** *Eugenia involucrata* e em **C)** *Eugenia uniflora*. Fotos autorais.



Figura 2: Exemplos utilizados no experimento. Em **A)** *Eugenia involucrata* em tratamento controle. Em **B)** *Eugenia uniflora* em tratamento de dano T4. Fotos autorais.

2.3. Padronização dos dados

Os dados de biomassa seca das plântulas foram divididos em: peso seco total das plântulas (PT), sendo a soma das biomassas secas do caule (MC) e raiz (MR); razão entre a massa seca da raiz pelo peso seco total (RMR); razão massa seca do caule pelo peso seco total (RMC) (NEGREIROS et al., 2009).

$$PT = MC + MR$$

$$RMR = MR/PT$$

$$RMC = MC/PT$$

2.4. Análises estatísticas

Para testar a influência do tamanho da semente no tamanho da plântula obtida, foram realizadas regressões lineares entre a massa da semente *versus* a massa total da plântula nos controles, com análises separadas para cada espécie. Com a equação obtida da reta do tratamento controle do gráfico de regressão (que testa a influência do tamanho da semente não danificada no tamanho da plântula) que tiveram resultado significativo, foi possível estimar o valor esperado de crescimento das plântulas utilizando o valor da massa da semente pré-dano nos tratamentos de dano, gerando assim o valor de peso esperado de crescimento das plântulas caso não tivessem sido danificadas. Os valores de crescimento esperado e observado das plântulas nos tratamentos de dano foram comparados por teste-*t* pareado (AYRES et al., 2007). Para visualizar este impacto no desenvolvimento das plântulas, a relação entre o peso da semente pré-dano e o tamanho da plântula obtida nos tratamentos de dano foi plotado em um novo gráfico, junto com a regressão dos controles.

Para estimar a perda de massa da semente nos tratamentos de dano (T1 a T4), foi utilizado o valor da massa da semente pré-dano menos o valor da massa da semente pós-dano, dividido pela massa da semente pré-dano, gerando assim os valores relativos de perda de massa da semente. Utilizando o peso das plântulas em tratamento de dano (peso real, ou obtido), subtraindo-o pelo valor esperado de crescimento da plântula (com base na equação da reta dos controles) dividido pelo peso observado, obteve-se o valor de perda de massa das plântulas. Com os valores de perda de massa das sementes e perda de massa das plântulas foi realizada outra regressão (uma para cada espécie, quando o valor do coeficiente de determinação das retas controles, que testa a influência do tamanho da semente não danificada no tamanho da plântula, fossem significativos) para analisar como a porcentagem de danos às sementes afetariam ou não na perda de massa das plântulas.

3. RESULTADOS

Com a análise das médias das plântulas em cada categoria (de dano e controle), separando em peso total, razão da biomassa seca da raiz e razão da biomassa seca do caule, é possível perceber que para as uvaías, *E. pyriformis* (Figura 3), os pesos totais tendem a cair a cada categoria crescente de dano, com maior peso para os controles, seguido por uma queda gradual até o maior tratamento de dano, T4, principalmente a partir do tratamento de até 50% de remoção (T2). No tratamento de até 25% de remoção (T1), o valor se mantém praticamente igual ao controle, significando que as sementes toleram bem poucos danos. Para as razões de massa seca da raiz (RMR) e do caule (RMC), não há uma tendência clara do impacto dos danos aferidos às sementes no investimento maior para raiz ou caule no desenvolvimento das plântulas.

Para as cerejas, *E. involucrata* (Figura 3), houve um claro decréscimo do peso das plântulas à medida que o dano aumentou. Os dados de razão da massa da raiz (RMR) e do caule (RMC) para as cerejas mostram que as sementes tendem a investir mais em parte aérea após o dano de um modo geral. Somente no tratamento de até 25% de remoção (T1) as médias para RMR e RMC foram iguais aos controles, indicando que um dano de até 25% de remoção do cotilédone não desvia o desenvolvimento da plântula para uma das partes, caule ou raiz. Porém, isso muda quando o dano aumenta. Acima de 25% de remoção, houve um maior investimento proporcional no caule, embora gradual, e uma diminuição do investimento em raiz.

Para a pitanga, *E. uniflora* (Figura 3), os dados foram mais inconclusivos. Por mais que haja um declínio no valor do peso total a cada tratamento de dano, nos tratamentos T1, T2 e T3 os pesos totais parecem ser iguais entre si. Os valores de RMC parecem se manter desde o controle até T3. Contudo, em T4, há uma alteração muito brusca. Quando removidos mais de 75% do cotilédone, as plântulas investem proporcionalmente mais em raiz. Uma explicação para esse acontecimento é que no T4, dentre todas as sementes germinadas que começaram a se desenvolver em plântulas, nenhuma apresentava parte aérea, não tinham caule. Poucas plântulas desse tratamento desenvolveram parte aérea após permanecerem na casa de vegetação por 3 meses. Nesse caso, observando os valores muito baixos de PT no T4, entende-se que as plântulas de *E. uniflora* não

suportaram essa quantidade de remoção por mais que germinaram, sendo provavelmente inviáveis para sobrevivência futura.

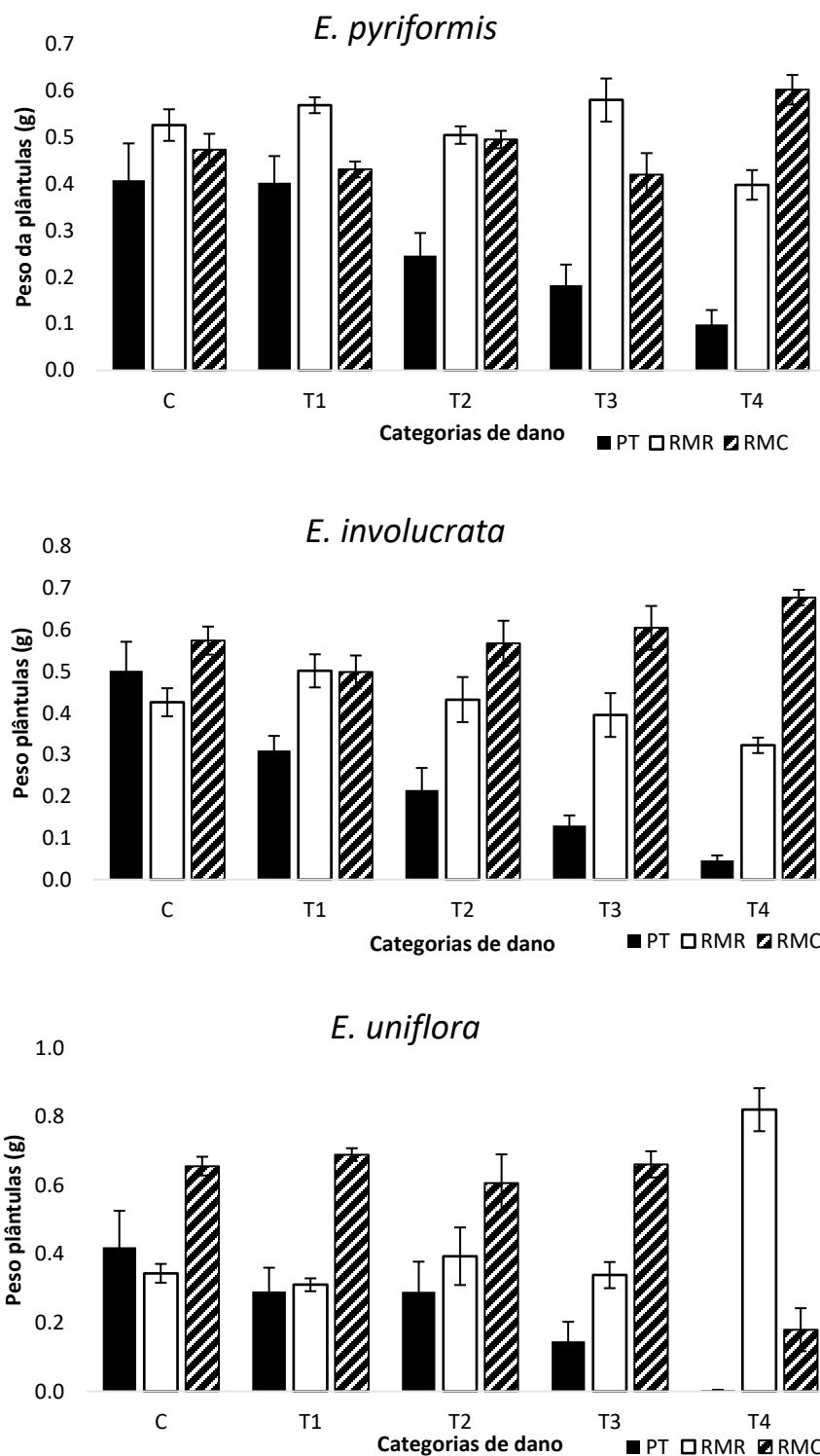


Figura 3: Médias e Erro Padrão para peso total (PT), razão da massa seca da raiz (RMR) e razão da massa seca do caule (RMC) para cada categoria de dano, divididos em: C – controle; T1 – até 25% de remoção dos cotilédones; T2 – até 50% de remoção; T3 – até 75% e T4 – mais de 75%. Tamanho amostral: *Eugenia pyriformis*: C = 8; T1 = 9; T2 = 10; T3 = 8; T4 = 10. *Eugenia involucrata*: C = 6; T1 = 6; T2 = 6; T3 = 7; T4 = 5. *Eugenia uniflora*: C = 10; T1 = 9; T2 = 10; T3 = 8; T4 = 4.

3.1. *Eugenia pyriformis* Cambess.

Análises de regressão linear para o peso total (PT) em tratamento controle e em tratamento de dano (Figura 4, C1) mostraram uma relação significativa entre o peso das sementes e a massa das plântulas em *Eugenia pyriformis*. Para os controles, pode-se observar que 87% da variação do tamanho da plântula é explicado pela variação do tamanho da semente, e a cada um grama aumentado da massa da semente, aumentou-se 0,465 gramas da massa da plântula. Já para o tratamento de dano, 52% da variação do tamanho da plântula é explicado pela variação do tamanho da semente, e a cada um grama aumentado da massa da semente, aumentou-se 0,362 gramas da massa da plântula.

As regressões de peso das sementes *versus* razão da massa seca da raiz (RMR) (Figura 4, C2) controle ($p = 0,3879$) e danificada ($p = 0,2457$); e do caule (RMC) (Figura 4, C3) controle ($p = 0,3879$) e danificada ($p = 0,2457$) não foram significativas. Como as retas ficaram sobrepostas, o dano pareceu ter pouco efeito na relação de desenvolvimento da raiz ou do caule em função do tamanho da semente para essa espécie no período de tempo estudado.

Foi possível observar uma forte relação entre a perda da massa da semente afetando na perda de massa da plântula (Figura 5). Isso significa que os danos aferidos às sementes afetam no desenvolvimento das plântulas, mas não de forma proporcional. Aparentemente, cada grama das sementes reverte em uma perda maior da massa da plântula (1,383 gramas). É interessante notar que nas categorias de dano mais baixas houve um acúmulo de plântulas que excederam o crescimento esperado (ganharam mais massa do que a expectativa), que são os valores negativos do gráfico.

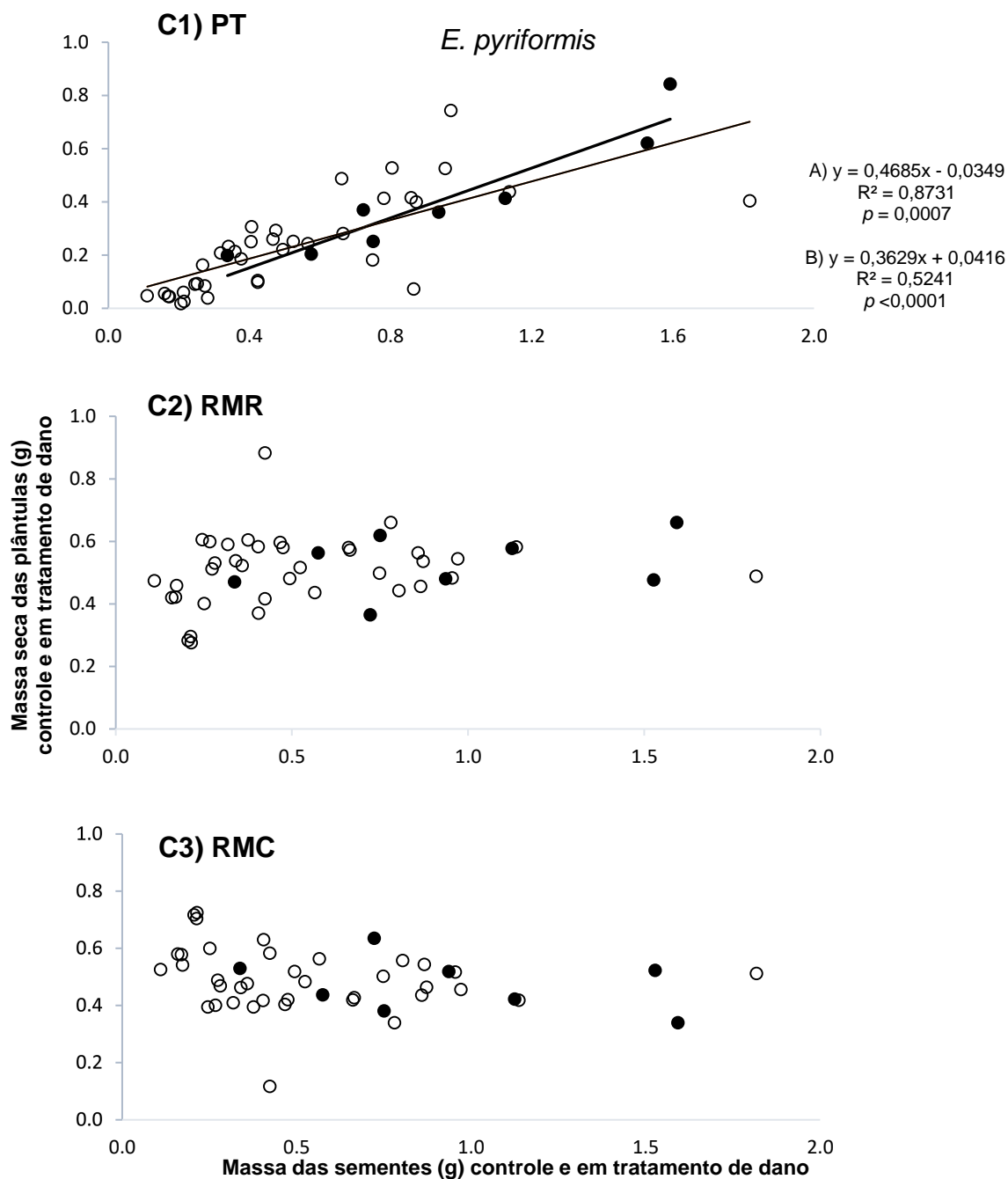


Figura 4: Gráficos de regressão para *Eugenia pyriformis* para **C1**: peso total das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C2**: razão da massa seca da raiz das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C3**: peso da razão da massa seca do caule das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas controle (tracejo grosso) e para danificadas (tracejo fino), e as respectivas equações de regressão **(A)** para controles e **(B)** para sementes danificadas.

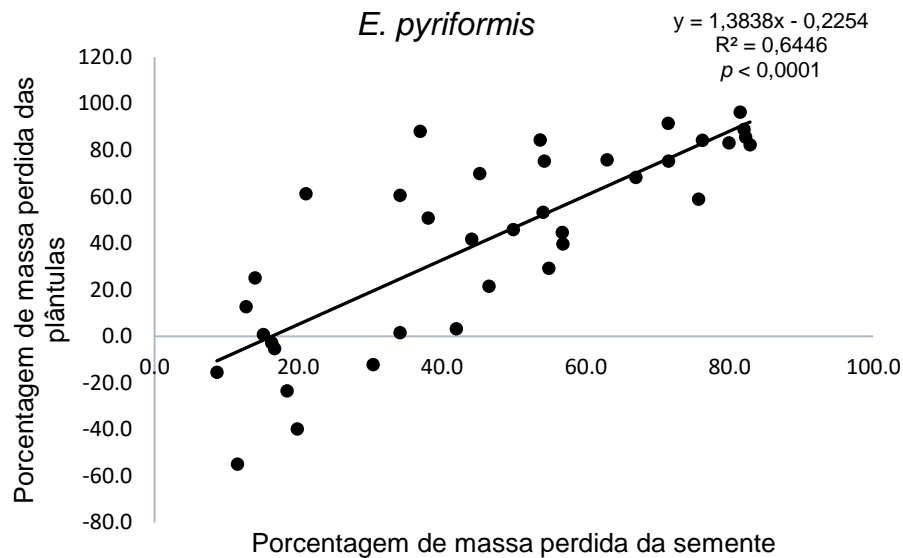


Figura 5: Análises em *Eugenia pyriformis* da perda de massa total das plântulas de acordo com a diferença entre o esperado do crescimento das plântulas e o peso real observado versus porcentagem de massa perdida das sementes.

3.2. *Eugenia involucrata* DC.

Para as cerejas, *E. involucrata*, as regressões lineares do peso total (PT) para o tratamento controle (Figura 6, C1) mostrou uma não significância estatística ($p = 0,7788$). Para as sementes em tratamento de dano, obteve-se uma relação positiva e forte entre as variáveis, onde 62% da variação do tamanho da plântula é explicado pela variação do tamanho da semente, e a cada um grama aumentado da massa da semente, aumentou-se 0,615 gramas da massa da plântula.

As regressões de peso das sementes *versus* razão da massa seca da raiz (RMR) (Figura 6, C2) para o tratamento controle mostrou uma não significância estatística ($p = 0,8791$). Nota-se que a reta para os controles é praticamente horizontal (ou seja, sem efeito). Já para o tratamento de dano, 19% da variação do tamanho da raiz é explicado pela variação do tamanho da semente, e a cada uma grama da massa da semente, aumentou-se 0,329 gramas da massa da raiz.

A regressão de peso das sementes *versus* razão da massa seca do caule (RMC) (Figura 6, C3) para controle, assim como para as raízes, é uma reta praticamente horizontal, sendo também sem efeito entre as variáveis e sem significância estatística (p

= 0,8791). A reta para as danificadas indica uma correlação negativa para as variáveis, onde 19% da variação do tamanho do caule é explicado pela variação do tamanho da semente, em que a cada uma grama da massa da semente, diminuiu-se 0,329 gramas da massa do caule.

Deve-se atentar para o fato de *E. involucrata* ser a espécie com menor número amostral de plântulas do experimento e a amplitude de valores dos controles não incorporarem a amplitude total de variação de tamanho das sementes danificadas.

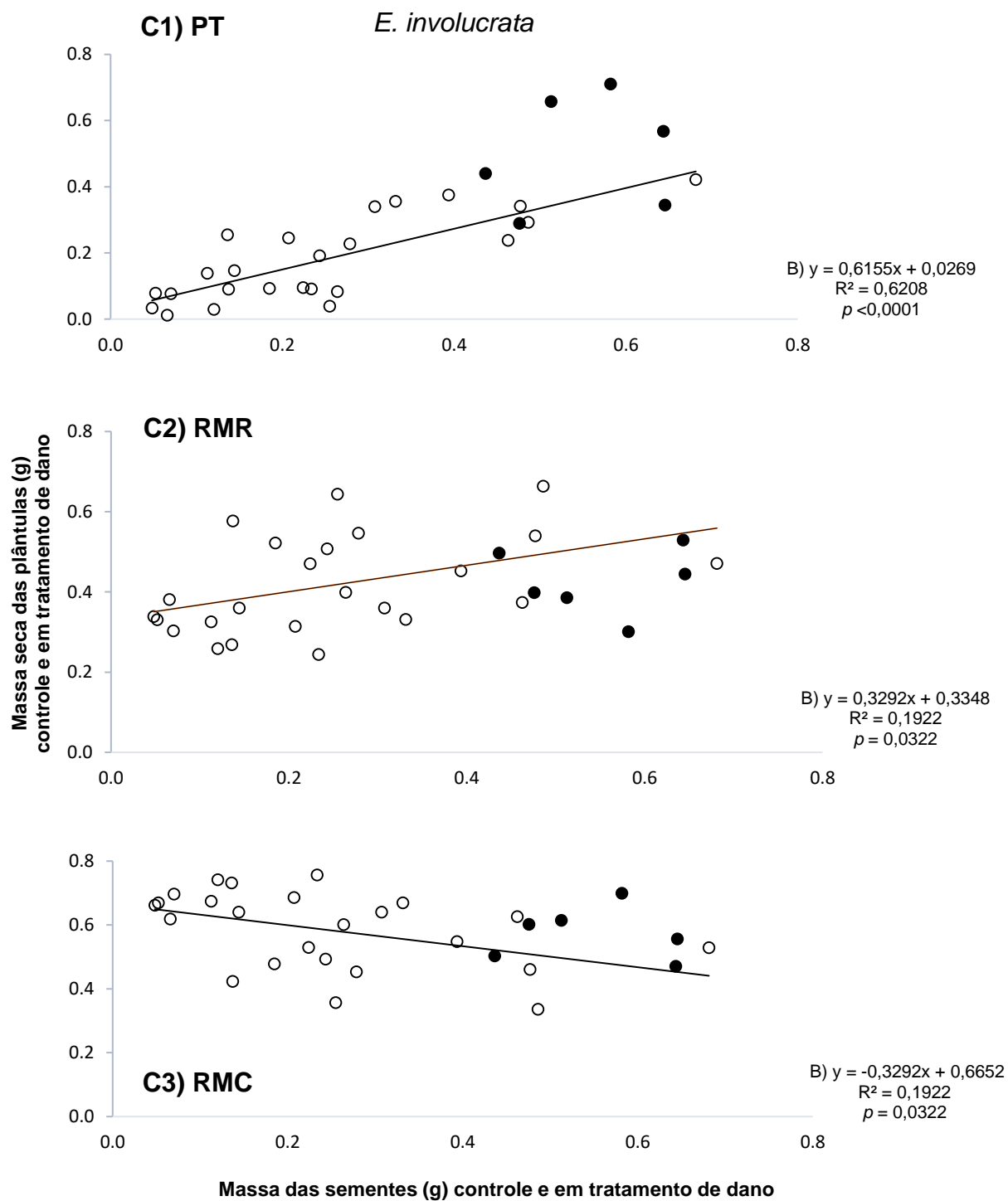


Figura 6: Gráficos de regressão para *Eugenia involucrata* para **C1**: peso total das plântulas *versus* peso das sementes pré-dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C2**: razão da massa seca da raiz das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C3**: peso da razão da massa seca do caule das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas danificadas (tracejo fino), e as respectivas equações de regressão (**B**) para sementes danificadas.

3.3. *Eugenia uniflora* L.

Em *E. uniflora* as regressões para peso total da plântula (PT) (Figura 7, C1) indicaram não correlação para o controle ($p = 0,8038$) e para as danificadas ($p = 0,3059$). Os pontos se encontram muito dispersos das retas. Para ambas as retas não houve significância estatística, ou seja, o tamanho da semente não afeta o tamanho da plântula.

Para a regressão de razão da massa seca da raiz (RMR) (Figura 7, C2), obteve-se para o grupo controle que 58% da variação do tamanho da raiz é explicado pela variação do tamanho da semente, e a cada um grama da massa da semente, aumentou-se 1,154 gramas na massa da raiz. Para o tratamento de dano, não houve uma significância entre essas variáveis ($p = 0,0709$).

Já para a parte aérea (RMC) (Figura 7, C3), houve uma inversão. Para os controles, sementes menores parecem estar gerando caules maiores, onde 58% da variação do tamanho do caule é explicado pela variação do tamanho da semente, e a cada uma grama da massa da semente, diminui-se 1,154 gramas na massa do caule. Para o tratamento de dano esta relação desaparece ($p = 0,0709$).

O gráfico de regressão voltado para o crescimento esperado das raízes (RMR) (Figura 8, A) mostrou um ajuste de 20% entre as variáveis. É possível observar que nesse caso, praticamente todas as raízes excederam o esperado de crescimento. A cada um grama perdido na semente, aumentou-se 0,689 gramas das raízes. Aparentemente, remoção de até 60% dos cotilédones (tratamentos T1, T2 e parte do tratamento T3) parece ser o máximo tolerado pelas sementes, e não necessariamente quanto maior o dano, maior o desenvolvimento da raiz, pois os dados plotados se acumulam por entre esses tratamentos na faixa de acréscimo da plântula entre 1% a 100% (Figura 8, A). Nos tratamentos de dano acima de 75% de remoção (T4), é possível observar que algumas raízes excederam mais de 300% do crescimento esperado. É válido lembrar que, nessa categoria de dano e para essa espécie, houveram plântulas plantadas que não apresentavam sistema aéreo, podendo ser um reforço de que essas plântulas continuaram a investir então somente em raiz. O gráfico para o crescimento esperado da parte aérea (RMC) (Figura 8, B) não mostrou significância estatística ($p = 0,4795$).

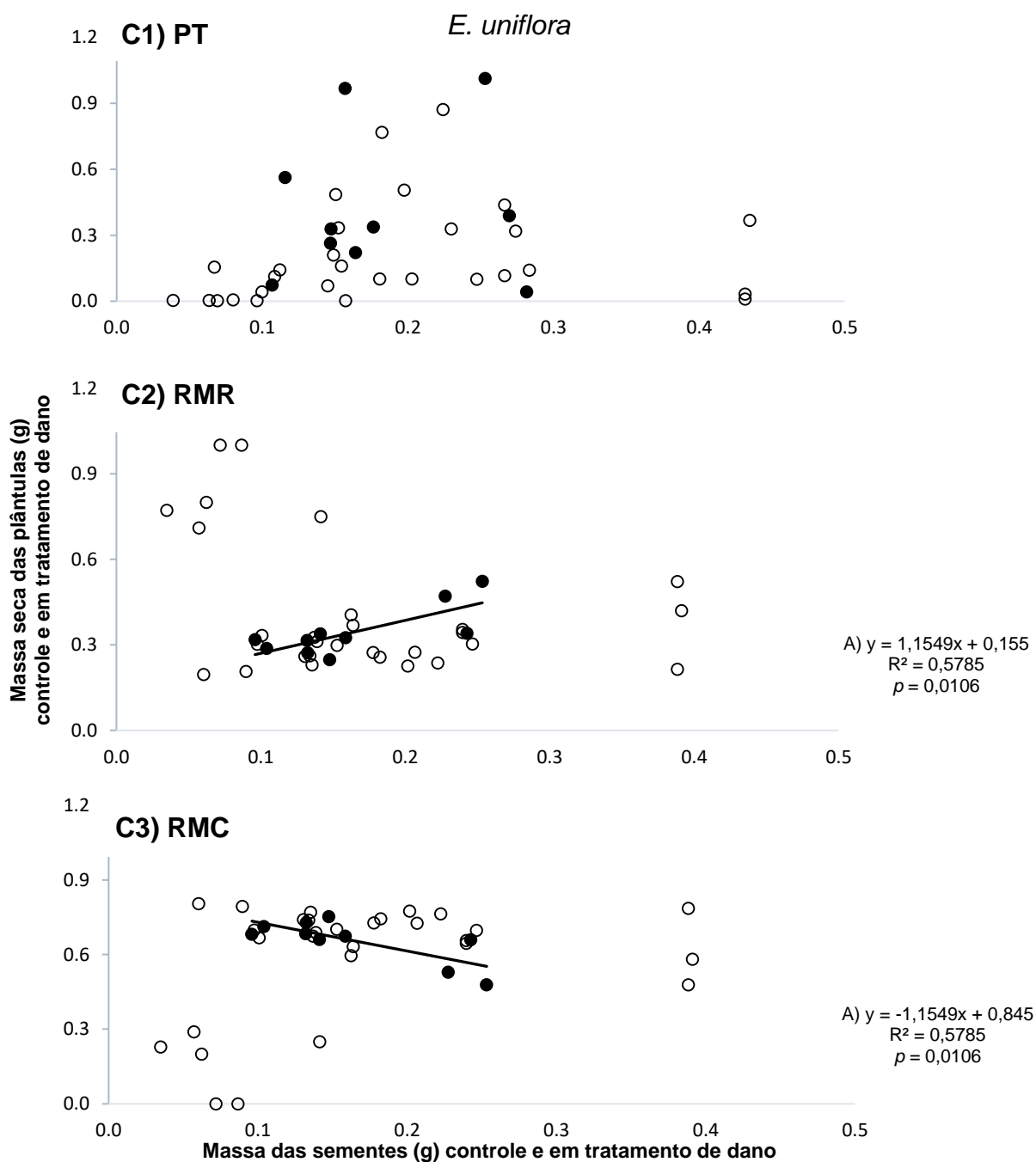


Figura 7: Gráficos de regressão para *Eugenia uniflora* para **C1**: peso total das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C2**: razão da massa seca da raiz das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão para **C3**: peso da razão da massa seca do caule das plântulas *versus* peso das sementes pré dano, em tratamento controle (bolinhas preenchidas) e peso pós dano (bolinhas vazadas). Regressão linear para as plântulas controle (tracejo grosso), e as respectivas equações de regressão (A) para controles.

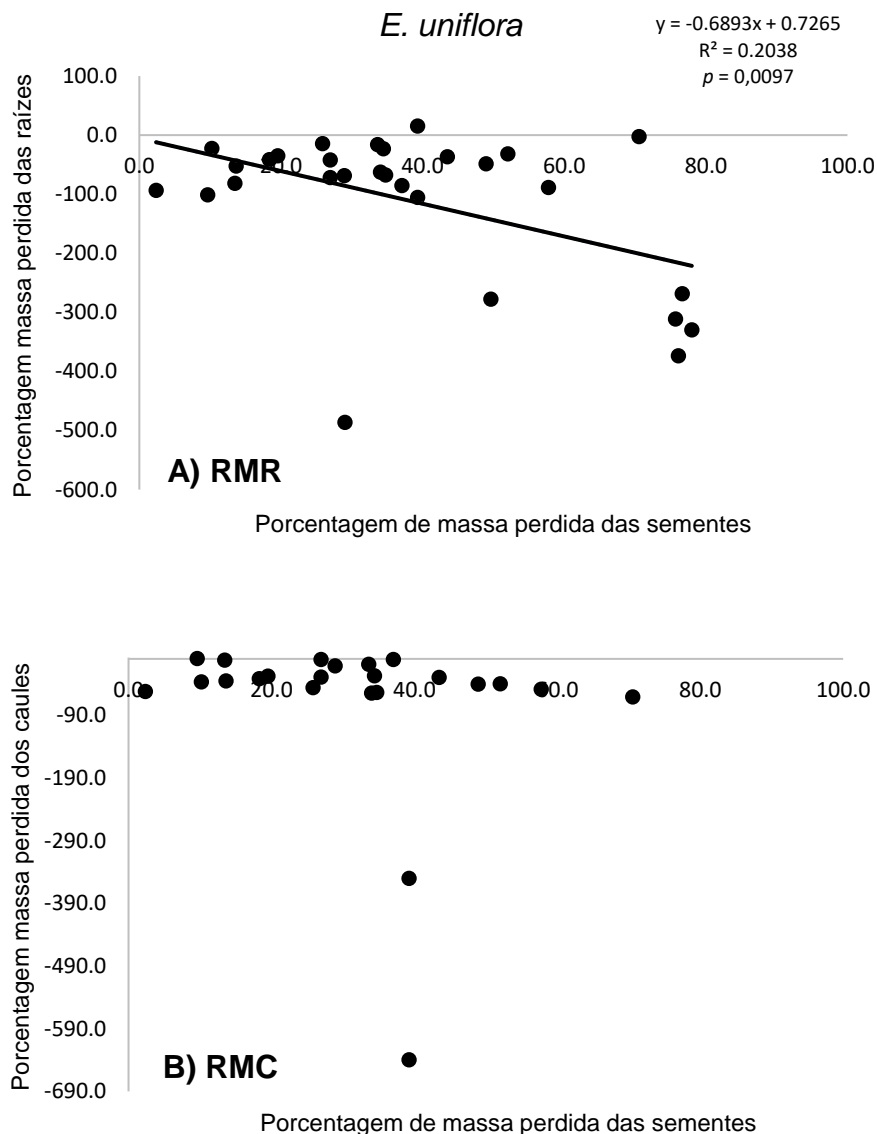


Figura 8: Análises em *Eugenia uniflora* da perda de massa **A)** das raízes de acordo com a diferença entre o esperado do crescimento das plântulas e o peso real observado *versus* porcentagem de massa perdida das sementes. Análises da perda de massa **B)** do caule de acordo com a diferença entre o esperado do crescimento das raízes e o peso real observado *versus* porcentagem de massa perdida das sementes.

3.4. Análises peso obtido das plantas *versus* peso esperado de crescimento

Com as regressões obtidas pelo valor das sementes pré-dano *versus* o valor da plântula (Figura 9), foi possível observar para *Eugenia pyriformis* que o peso inicial das

sementes explica apenas 16% da variação no peso das plântulas advindas de sementes danificadas. Nesse caso, provavelmente, outros fatores além dos danos estariam afetando o crescimento das plântulas, como por exemplo danos ao embrião. Ao se subtrair o peso médio da plântula obtida (0,1588) pelo peso médio das plântulas controle (0,4685), dividido pelo peso médio da plântula obtida, vezes 100, observa-se que a plântula atinge um tamanho (massa) 195% menor do que seria esperado com base no tamanho de sua semente. O teste-*t* realizado para o crescimento esperado das plântulas e o observado ($p < 0,0001$; $t = -5,6944$), indicou que a diferença nas médias é verdadeira, e que então os danos às sementes afetaram o crescimento da respectiva plântula para *E. pyriformis*.

Para as outras espécies não houveram valores significativos para as regressões, e por isso não foi realizado o teste-*t*.

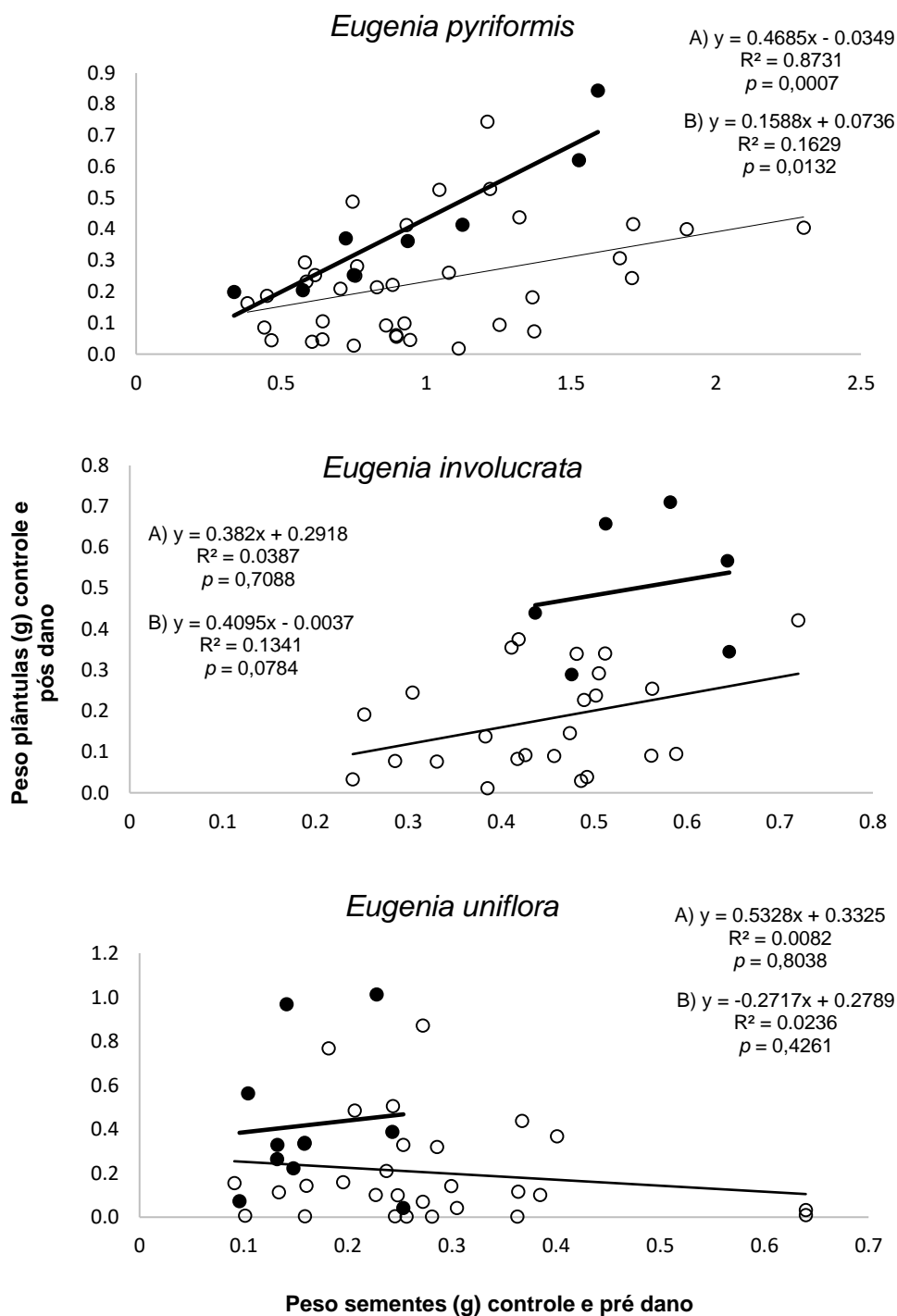


Figura 9: Regressão entre o peso das sementes *versus* o peso total das plântulas (PT) nos tratamentos controle e de dano para *Eugenia pyriformis*, *E. involucrata* e *E. uniflora*. Ao contrário dos gráficos anteriores, o peso das sementes indicado aqui nos tratamentos de dano refere-se à massa da semente antes do dano. Tratamento controle (bolinhas preenchidas, linha grossa) e de dano (bolinhas vazadas, linha fina) e as respectivas equações de regressão (A) para controles, e (B) para danificadas.

4. DISCUSSÃO

Os danos simulando predação parcial afetam negativamente o desenvolvimento das plântulas de *Eugenia involucrata*, *E. uniflora* e *E. pyriformis*. O dano afeta de maneira proporcional o desenvolvimento do caule para *E. uniflora*, que nesse caso investe mais na parte radicular, e o contrário para *E. involucrata*, onde há uma tendência de investimento em parte aérea. Em *E. pyriformis* o dano afeta proporcionalmente caule e raiz. Na natureza, sementes de maior tamanho possuem maior chance de sobrevivência frente ao dano parcial, visto que possuem mais energia disponível para se estabelecer e se desenvolver (MACK, 1998; VALLEJO-MARÍN; DOMÍNGUEZ; DIRZO, 2006; BARTLOW et al., 2018) como foi possível observar para *E. pyriformis* representando uma espécie com sementes grandes, quando os danos não eram extensos (em até 25% de remoção). Já as sementes pequenas tendem a investir mais em desenvolvimento radicular quando danificadas, pela necessidade de absorver os nutrientes em déficit para seu desenvolvimento (EL-AMHIR et al., 2017), como foi obtido para *E. uniflora*, que passaram a investir mais em raiz quando aferidos danos de até 60% de remoção do cotilédone.

Todas as plântulas das três espécies se mostraram viáveis até a coleta da plântula (3 meses). Em *E. pyriformis* foi observado que as sementes resistiram melhor a danos de pouca monta, e que parte do tecido dos cotilédones exerciam uma função de reserva, onde a sua retirada não afetava o desenvolvimento da plântula, havendo plântulas que cresceram além do peso esperado, em tratamento de dano de até 25% de remoção dos cotilédones. Essa capacidade das plântulas de conseguirem resistir aos danos não extensos, indica que as sementes conseguem germinar e se desenvolver em plântulas em situações de danos físicos na semente (DALLING; HARMS; AIZPRUA, 1997; VALLEJO-MARÍN; DOMÍNGUEZ; DIRZO, 2006; LOAYZA et al., 2015). A existência de tecidos reservas a mais nas sementes que podem ser perdidos também foi observado no estudo de Silva et al., (2003) para as uvaíias. Como as sementes de *E. pyriformis* são resistentes aos danos, e germinam mesmo com diferentes níveis de fracionamento do embrião e podem desenvolver plântulas viáveis (SILVA; BILIA; BARBEDO, 2005), já era

esperado que os baixos níveis de danos parciais não afetassem negativamente o desempenho das plântulas.

Para as espécies com sementes pequenas, esperava-se que os danos afetassem de modo intensificado o desenvolvimento das plântulas, e os tratamentos de danos mais altos tivessem plântulas menores. Foi possível observar isso para todas as espécies (Figura 1), porém com maior clareza em *E. involucrata* e *E. uniflora*. Em *E. involucrata* qualquer nível de dano (desde baixo até alto) afetou diretamente o crescimento das plântulas e o desenvolvimento das raízes, comparando com o desempenho mostrado pelas plântulas controles (Figura 1). Como a raiz é afetada pelo dano, é possível que as plântulas de sementes danificadas tenham menor resistência a estressores como a seca (MOLES; WESTOBY, 2004a), pois terão raízes menores e sujeitas mais facilmente a estresse hídrico.

Negreiros et al. (2009) mostrou que a alocação de nutrientes nas plântulas está relacionada com a fertilidade do solo, o tipo de planta e onde ocorrem essas plantas. No caso de solos mais férteis as plântulas buscam alocar mais os nutrientes no caule, e em solos inférteis, as plântulas passam a investir mais os nutrientes nas raízes (NEGREIROS, et al., 2009). Como as três espécies são de ocorrência na Mata Atlântica e Cerrado (BÜNGER, et al., 2016; MAZINE et al., 2020), a diferença de alocação de nutrientes nas raízes de *E. uniflora* e no caule de *E. involucrata* deve estar relacionada o dano físico na semente, podendo ser uma resposta evolutiva dessas espécies. Talvez para *E. pyrifomis* o dano, quando atrelado à fertilidade do solo, pode ter causado um crescimento acima do esperado nessas plântulas.

É necessário ampliar os estudos de dano as sementes afetando não somente a germinação, mas também o desenvolvimento das plântulas, para compreender a viabilidade dessas plântulas na natureza e o real impacto de predadores de sementes nas populações destas plantas. Por isso, ideias que tornem esses experimentos o mais próximo da realidade, por exemplo, utilizando sementes comidas por roedores, podem também ser utilizadas. Além disso, utilizar tamanhos amostrais maiores pode trazer melhores respostas entre as variáveis a serem estudadas, e analisar a velocidade de

crescimento pela quantidade de massa ganha temporalmente, pode mostrar com mais precisão a viabilidade dessas plântulas.

5. CONCLUSÃO

De modo geral, é possível concluir que os danos parciais às sementes de *Eugenia* spp. não são, em sua maioria, um sinônimo de morte das futuras plântulas. Sementes maiores parecem tolerar mais danos, e em alguns casos, quando os danos não são extensos, eles podem contribuir com o desenvolvimento de plântulas maiores (*Eugenia pyriformis*). No caso de sementes pequenas, o dano aparentemente afetou o investimento proporcional para raízes (*E. uniflora*) ou caules (*E. involucrata*).

6. REFERÊNCIAS

ALONSO, C.R.; BARBEDO, C.J. Germinações sucessivas em sementes de *Eugenia* spp. **Hoehnea**, v. 47, e412019, p. 1-11, 2020.

ANDRADE, R.; FERREIRA, A. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 118-125, 2000.

ANJOS, A. M. G. DOS; FERRAZ, I. D. K. Morfologia, germinação e teor de água das sementes De Araçá-boi (*Eugenia stipitata* ssp. Sororia). **Acta Amazonica**, v. 29, n. 3, p. 337–337, 1999.

ANTO, M. et al. Fruit predation and adaptive strategies of *Garcinia imberti*, an endangered species of southern Western Ghats. **Current Science**, v. 115, n. 12, p. 2307–2315, 2018.

AYRES, M. et al. BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas, p. 380, 2007.

BARTLOW, A. W. et al. Acorn size and tolerance to seed predators: the multiple roles of acorns as food for seed predators, fruit for dispersal and fuel for growth. **Integrative Zoology**, v. 13, n. 3, p. 251–266, 2017.

BFG. Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguesia**, v. 66, n. 4, p. 1085–1113, 2015

BÜNGER, M., et al. The evolutionary history of *Eugenia* sect. *Phylloclalyx* (Myrtaceae) corroborates historically stable areas in the southern Atlantic forests. **Annals of Botany**, v. 118, n.7, p. 1209–1223, 2016.

DALLING, J. W.; HARMS, K. E.; AIZPRUA, R. Seed damage tolerance and seedling resprouting ability of *Prioria copaifera* in Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 4, p. 481–490, 1997.

DELGADO, L. F.; BARBEDO, C. J. Desiccation tolerance of seeds of species of *Eugenia*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 265–272, 2007.

EL-AMHIR, S. H. et al. Small-seeded *Hakea* species tolerate cotyledon loss better than large-seeded congeners. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1–9, 2017.

JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. **The American Naturalist**, 104 (940), p. 501-528, 1970.

JANZEN, D. H. Seed Predation by Animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, n. 1, p. 465–492, 1971.

LOAYZA, A. P. et al. Germination, seedling performance, and root production after simulated partial seed predation of a threatened Atacama Desert shrub. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 88, n. 1, p. 1–8, 2015.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. In: **PLANTARUM** (Ed.). Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 1. ed. Nova Odessa: [s.n.]. p. 385. 1992.

MACK, A. L. An advantage of large seed size: Tolerating rather than succumbing to

seed predators. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 604–608, 1998.

MAZINE, F.F. et al. 2020. *Eugenia* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10517>>. Acesso em: 16 mai. 2021

MENDONZA, E.; DIRZO, R. Seed tolerance to predation: Evidence from the toxic seeds of the buckeye tree (*Aesculus californica*; Sapindaceae). **American Journal of Botany**. 96 (7), 1255-1261, 2009

MOLES, A. T.; WESTOBY, M. What do seedlings die from and what are the implications for evolution of seed size? **Oikos**, v. 106, n. 1, p. 193–199, 2004a.

MOLES, A. T.; WESTOBY, M. Seedling survival and seed size: A synthesis of the literature. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 3, p. 372–383, 2004b.

NEGREIROS, D. et al. Seedling growth and biomass allocation of endemic and threatened shrubs of rupestrian fields. **Acta Oecologica**, v. 35, n. 2, p. 301–310, 2009.

PRATAVIERA, J. et al. The germination success of the cut seeds of *Eugenia pyriformis* depends on their size and origin. **Journal of Seed Science**, v. 37, n.1, p. 47-54, 2015.

PROENÇA, C.E.B. et al. 2020. *Myrtaceae* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB171>>. Acesso em: 24 jun. 2021

SILVA, C. V et al. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. - Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 213–221, 2003.

SILVA, C. V. E.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Germination of *Eugenia* species seeds after cutting. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 86–92, 2005.

SYTSMA, K. J. et al. Clades, clocks, and continents: Historical and biogeographical analysis of Myrtaceae, Vochysiaceae, and relatives in the Southern Hemisphere. **International Journal of Plant Sciences**, v. 165, n. 4 SUPPL., 2004

TEIXEIRA, C.; BARBEDO, C. The development of seedlings from fragments of monoembryonic seeds as an important survival strategy for *Eugenia* (Myrtaceae) tree species. **Trees**. 26 (3), 1069-1077, 2012.

VALLEJO-MARÍN, M.; DOMÍNGUEZ, C. A.; DIRZO, R. Simulated seed predation reveals a variety of germination responses of neotropical rain forest species. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 3, p. 369–376, 2006.