



Gabriella Melo Oliveira

**Influência de insetos herbívoros e seus parasitoides no
desempenho germinativo de sementes de *Leucaena
leucocephala* (Lam.) de Wit. e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin
et Barn
(FABACEAE)**

LAVRAS – MG

2021

Gabriella Melo Oliveira

**Influência de insetos herbívoros e seus parasitoides no
desempenho germinativo de sementes de *Leucaena
leucocephala* (Lam.) de Wit. e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin
et Barn
(FABACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Graduação em Ciências
Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Del Bianco Faria

Orientador

Ma. Tamires Camila Talamonte de Oliveira

Coorientadora

LAVRAS – MG

2021

Gabriella Melo Oliveira

Influência de insetos herbívoros e seus parasitoides no desempenho germinativo de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn (FABACEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Graduação em Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 15 de Março de 2021.

Banca Examinadora

Me. Diego Souza – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Membro

Me. Tiago Morales Silva – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Membro

Dr. Lucas Del Bianco Faria – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Orientador

Ma. Tamires Camila Talamonte de Oliveira - Universidade Federal de Lavras (UFLA) -
Coorientadora

LAVRAS – MG

2021

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo a matriarca da minha família Dona Marta, pois sem ela nada disso seria possível, obrigada por todo o esforço investido na minha educação. A minha família que sempre me apoiou, em especial minha prima Alessandra que me incentivou e me acolheu nos momentos difíceis durante esses anos. Ao meu pai Ronei Donizetti Oliveira (In memoriam) que sempre esteve comigo nessa jornada e sempre me incentivou a estudar e buscar o melhor.

Gostaria de agradecer aos amigos que fiz em Lavras, vocês fazem e sempre irão fazer parte dos melhores anos da minha vida até então. Obrigada, Gabriela, Alicia, Júlia, Lara e Pedro por todas as palavras de conforto e por todas as idas no postinho ao longo da graduação. Obrigada aos amigos de infância por se manterem ao meu lado durante esses anos.

Agradeço ao meu orientador Lucas Del Bianco Faria pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo, a minha Coorientadora Tamires Camila Talamonte de Oliveira, por todo ensinamento durante esses anos, todas as conversas no laboratório e por todos os dias de coleta, por me manter motivada durante todo o processo. Aos companheiros do Laboratório de Ecologia e Complexidade por toda troca que tivemos ao longo de 3 anos.

A professora Elisa Monteze Bicalho por ter cedido o seu tempo e conhecimento sobre germinação e ter fornecido o material para o teste de tetrazólio e ao professor Júlio Neil Cassa Louzada por ter cedido a sala climatizada.

A Universidade Federal de Lavras e a instituição de fomento CNPq.

RESUMO

Interações de insetos em frutos possuem um papel importante nas comunidades ecológicas devido ao seu impacto na sobrevivência das sementes e no sucesso da taxa germinativa. Dessa forma, estudos que buscam compreender como ocorrem as interações tri-tróficas entre os organismos na natureza, são importantes, pois através deles podemos entender a estrutura e dinâmica das comunidades naturais. Esse trabalho descreve a influência de insetos herbívoros e de seus parasitoides no desempenho germinativo de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Mimosoideae) planta exótica e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn (Fabaceae) planta nativa. Para tanto, em 2020, foram coletados 30 frutos de cinco indivíduos de cada espécie em fragmentos de matas localizados no Campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Em laboratório, as sementes e frutos foram individualizados em microtubos e tubos de PVC, permitindo assim o término no desenvolvimento dos organismos contidos nas sementes e nos frutos e sua posterior emergência. As sementes foram examinadas em estereomicroscópio, classificadas de acordo com cinco categorias: PCO, PARCO, AI, SI e SFI. Foi encontrado diferenças significativas entre as taxas de germinação da planta nativa em relação a planta exótica. Houve uma maior taxa de germinação nas categorias AI, SFI e SI da planta nativa, mas em compensação as categorias PCO e PARCO não apresentaram germinação para *S. multijuga*. Houve diferenças significativas entre as categorias independente da planta. Não houve relação entre o tamanho das sementes e a taxa de germinação. Houve diferenças significativas entre o coeficiente de velocidade de germinação por tratamento e interação do tratamento por planta. O CVG da planta nativa foi maior do que o da planta invasora e o teste de tetrazólio mostrou que as categorias inviáveis foram as categorias PCO e PARCO. O trabalho representa a primeira tentativa de compreender os efeitos das interações entre herbívoros e parasitoides na germinação de duas espécies de plantas.

Palavras-chave: Interações tri-tróficas, Germinação, Insetos, Invasora.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Comparação das taxas de germinação das sementes da planta invasora *Leucaena leucocephala* em vermelho e da planta nativa *Senna multijuga* em azul por tratamento.....13

GRÁFICO 2 - Taxas de germinação das plantas (A) *Leucaena leucocephala* (Invasora) e (B) *Senna multijuga* (Nativa) por tratamento..... 14

GRÁFICO 3 - Coeficiente de velocidade de germinação (CVG) durante o período em que ocorreu o experimento comparando a planta invasora e a planta nativa e os tratamentos.....16

GRÁFICO 4- Taxa de germinação em porcentagem durante o período em que ocorreu o experimento comparando a planta invasora (A) e a planta nativa (B) por tratamentos.....17

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Parâmetros do modelo e valores de p estimados comparando a germinação das duas espécies de plantas (nativa e invasora)	32
TABELA 2 - Contraste comparando a germinação entre a planta Invasora e Nativa.....	32
TABELA 3- Parâmetros do modelo e valores de p estimados da planta invasora <i>Leucaena leucocephala</i>	33
TABELA 4 - Análise de contraste comparando por pares os tratamentos de germinação da planta invasora <i>Leucaena leucocephala</i>	33
TABELA 5 – Parâmetros do modelo e valores de p estimados usando um modelo linear generalizado misto, com a repetição dos tratamentos como fator aleatório e distribuição binomial utilizando a função ‘probit’ mostrando o efeito por tratamento e da área na germinação da planta nativa <i>Senna multijulga</i>	34
TABELA 6 - Análise de contraste comparando por pares os tratamentos de germinação da planta nativa <i>Senna multijulga</i>	34
TABELA 7 - Coeficiente de velocidade de germinação por categoria de <i>Leucaena leucocephala</i> e <i>Senna multijulga</i>	15

SUMÁRIO

1. Introdução.....	01
1.1 Problemática do Estudo.....	02
1.2 Hipótese.....	03
2. Referencial teórico.....	03
3. Objetivos	07
3.1 objetivos gerais	07
3.2 objetivos específicos.....	07
4. Justificativa.....	07
5. Materiais e métodos.....	08
5.1 Área de estudo	08
5.2 Coletas dos frutos.....	08
5.3 Aclimatizações das sementes e frutos.....	08
5.4 Categorias para o teste de germinação.....	09
5.5 Mensuração das sementes.....	09
5.6 Experimento de Germinação e delineamento amostral.....	09
5.7 Teste de Viabilidade das Sementes	10
5.8 Análise dos Dados.....	11
6. Resultados	12
7. Discussão	18
8. Conclusão.....	23
9. Referências.....	23
Apêndice A.....	32

1. INTRODUÇÃO

As plantas compõem a base da maior parte das cadeias tróficas terrestres, representando uma ampla possibilidade de recursos alimentares para os organismos capazes de explorá-las. O consumo da totalidade de uma planta ou de parte dela é conhecido como herbívoros (STILING, 1999). A herbívoros na maioria dos casos não causa a morte do indivíduo, mas eventualmente quando isso ocorre, a interação é conhecida como predação (RICKLEFS, 2003). Muitas plantas perdem grande parte de suas sementes para seus consumidores, diminuindo assim seu desempenho reprodutivo, sua abundância e limitando sua distribuição espacial (HULME & BENKMAN, 2002).

O consumo de parte da semente por insetos, sem prejudicar os tecidos embrionários, podem trazer efeitos benéficos na germinação, uma vez que esses insetos retiram parte do revestimento da semente, facilitando a entrada de água e quebrando a sua dormência (KARBAN & LOWENBERG, 1992; TAKAKURA, 2002; NAKAI Z. et al., 2011). No entanto, em alguns casos, os insetos podem atuar como verdadeiros predadores de sementes, pois seus estágios larvais matam o embrião ou retiram grande parte do tecido endospermico, prejudicando a germinação destas sementes (CAMARGO-RICALDE et al., 2004). E em alguns casos, mesmo que essas sementes resistam ao ataque dos insetos o estabelecimento de suas plântulas pode ser comprometido consideravelmente (MUCUNGUZI, 1995; SCHELIN et al., 2004). Tuller et al. (2015) mostraram em seu estudo que sementes que não foram predadas, mas tiveram seus frutos infestados por insetos, tiveram um efeito negativo na taxa de germinação de sementes quando comparado com frutos não infestados.

Interações tri-tróficas envolvendo plantas, herbívoros e inimigos naturais, são benéficas para as plantas porque elas são protegidas da herbívoros através do parasitismo (PRICE et al. 1980; KOPTUR & LAWTON 1988; GO´MEZ & ZAMORA 1994; SCHMITZ et al. 2000; van LOON et al. 2000; HALAJ & WISE 2001). Esse benefício foi comprovado em um estudo feito com *Lathyrus japonicus* Willdenow (Fabaceae), onde sementes que foram predadas por besouros tiveram menor taxa de germinação, enquanto sementes onde surgiram vespas parasitoides obtiveram maior sucesso germinativo (NAKAI Z. et al., 2011). Esse resultado foi obtido, pois, quando os parasitoides atacavam as larvas dentro das sementes, estas paravam de se alimentar do tecido da semente e ainda assim permitiam a entrada de água e quebra de dormência da semente. Apesar disso, estudos de germinação envolvendo o terceiro nível trófico são ainda muito incipientes e necessitam de mais estudos para elucidação desse mecanismo.

Diversos fatores podem afetar na taxa de germinação das sementes, entre eles fatores extrínsecos como: a predação, temperatura, luminosidade, fatores químicos, propriedades dos solos, profundidade e disponibilidade de água, e também fatores intrínsecos da própria semente, como a sua morfologia, dormência e sua viabilidade (BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 1983; CABRAL et al., 2003; BORGHTTI & FERREIRA, 2004; SILVEIRA et al., 2005; ARAÚJO, 2005). Nesse sentido, as variações na dispersão e germinação de sementes são interpretadas como reflexo das adaptações e condições ecológicas do habitat ocupado, exercendo influencia no sucesso de colonização (NAVARRO & GUITIÁN, 2003).

Nos últimos anos o homem tem alterado consideravelmente as paisagens e habitats, modificando a estrutura e a dinâmica de comunidades naturais no mundo todo (FOLEY et al., 2015). Entre essa prática, a introdução de espécies exóticas está entre as principais causas da perda de espécies e destruição de ecossistemas (MCNEELY et al., 2001). Espécies de plantas exóticas sustentam menor diversidade do que plantas nativas, devido a curta história evolutiva das interações dessas espécies (BEZEMER et al., 2014). Isso afeta a estrutura e a complexidade de plantas nativas e invasoras, podendo refletir em outros aspectos dessas espécies, como a germinação. A capacidade de germinação em uma ampla faixa de condições ambientais aumenta as chances de estabelecimento e invasão de certas espécies (PISEK et al., 2004). De forma que, espécies que não necessitam de especificidades para o processo de germinação, apresentam vantagens sobre as espécies mais exigentes, e por isso são capazes de se estabelecer em diversos ambientes, resultando em uma distribuição geográfica ampla (HIERRO et al., 2009). Desta forma, estudos comparativos entre plantas filogeneticamente relacionadas podem ajudara identificar quais são os fatores determinantes no sucesso de invasão (MIHULKA et al., 2006).

1.1. Problemática do Estudo

I) De quais maneiras a predação e o parasitismo podem influenciar a taxa germinativa das sementes de espécies nativas e exóticas?

1.2. Hipótese

- I) Sementes não predadas possuem maior taxa de germinação do que aquelas predadas.
- II) Os parasitoides influenciam positivamente na taxa de germinação de sementes.
- III) Sementes da espécie exótica terão maiores taxas de germinação comparada com a espécie nativa, independente das categorias.
- IV) Sementes intactas terão maiores taxas de viabilidade no teste de tetrazólio se comparada as demais categorias

2. REFERENCIAL TEÓRICO

- **Plantas hospedeiras**

A família Fabaceae representa um dos maiores grupos de Angiospermas, incluindo aproximadamente 650 gêneros e cerca de 18 mil espécies, se faz uma das principais famílias do ponto de vista econômico e alimentar. São espécies em sua grande parte cosmopolitas, e que podem ter desde porte arbóreo à herbáceo (SOUZA E LORENZI, 2015). Dentre as principais características estão os frutos em forma de vagem (CARVALHO, P.E.R, 1994). As subfamílias Caesalpinoidea e Mimosoidea estão entre as leguminosas que apresentam diversas espécies com dormência tegumentar (DUARTE, 1978). Sendo assim, o tegumento rígido impede a absorção de água impondo barreiras ao desenvolvimento e crescimento do embrião.

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit (Mimosoideae) possui ampla distribuição geográfica, e diversos insetos associados alimentando-se de suas sementes (DANA et al. 2003). *L. leucocephala* está entre uma das espécies de leguminosas, fixadoras de nitrogênio, que têm despertado como alternativa promissora para a recuperação da cobertura vegetal e reabilitação de áreas degradadas (FRANCO e FARIA, 1997; RESENDE e KONDO, 2001). Originária da América Central essa espécie é amplamente distribuída e é inclusive invasora em diversas regiões do mundo (SMITH, 1985; WAGNER et al., 1999; SCHERER et al., 2005). Apresenta características típicas de espécies invasoras, sendo elas: crescimento rápido (BLOSSEY e NÖTZOLD, 1995), pioneiras em processos sucessionais e heliófilas (REJMÁNEK, 1996), além de produzirem grande quantidade de sementes (NOBLE, 1989). Além disso, *L. leucocephala* apresenta aspectos que podem favorecer o crescimento de ervas daninha invasoras como: reprodução sexuada e assexuada, uma vez que *L. leucocephala* não se multiplica vegetativamente, mas rebrota após o corte,

crescimento rápido, período pré reprodutivo curto, além de uma alta plasticidade e tolerância a ambientes extremos e diversos (BAKER et al., 1965, 1974).

Já a espécie *Senna multijuga*, da subfamília Caesalpinioideae, é conhecida popularmente como pau-cigarra, aleluia amarela, entre outros (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2003). Essa espécie ocorre naturalmente na Bolívia e no Brasil e por isso será utilizada como planta nativa nesse estudo (KILLEAN et al., 1993), devido seu longo período de floração é comumente utilizada para ornamentação de praças e ruas e reflorestamento misto de áreas degradadas de preservação permanente (LEMOS-FILHO et al., 1997; LORENZI, 1998). *S. multijuga* é considerada uma planta pioneira de grande agressividade, uma vez que possui alta capacidade de dispersão, com sementes de longa duração e viabilidade, com rápido crescimento e desenvolvimento inicial, capazes de germinar em diversos locais (CARVALHO, 1994) e secundária inicial no processo de sucessão ou espécie clímax dependente de luz (CARVALHO, 2003).

- **Insetos e suas interações**

A predação em sementes de espécies florestais sejam elas nativas ou exóticas é um fato comum, principalmente em frutos maduros desses vegetais (LISBOA, 1975). Os insetos têm grande influência em processos de distribuição e abundância de espécies vegetais (HULME, 1997). A predação de sementes pelos herbívoros serve como uma barreira para a reprodução, distribuição das espécies e seu estabelecimento no ambiente (HULME 1997). Entender as interações ecológicas entre herbívoros e seu recurso é de fundamental importância, uma vez que essas interações podem influenciar na taxa de recrutamento de novos indivíduos da espécie, afetando assim sua distribuição no ambiente (PRICE, 1997).

O efeito que os herbívoros podem causar nas plantas dependem do grau de herbivoria e qual estrutura foi afetada (BEGON *et al.*, 2006). As sementes são fontes ricas em nutrientes, como proteínas e diversos minerais (JANZEN, 1971) e são exploradas por diversos grupos de animais como insetos das ordens Coleoptera, Diptera e Lepidoptera (CRAWLEY, 1992a; SANTOS et al., 1994; ZHANG et al., 1997). Em um estudo realizado por Tuller (2015), em uma espécie da família Fabaceae: *Senegalia tenuifolia*, foi observado uma grande riqueza de insetos associadas à mesma, sendo as principais ordens encontradas associadas à planta Coleoptera e Hymenoptera, sendo a última representados principalmente por vespas parasitoides.

Dentre os herbívoros consumidores de sementes a ordem Coleóptera se destaca, sendo a subfamília Bruchinea a mais notável representante, tendo como principal fonte alimentar, plantas da família Fabaceae (JOHNSON, 1989). Como as larvas desses Coleópteros se alimentam de sementes o ataque desses à planta interfere diretamente no seu desenvolvimento e persistência da espécie.

Os parasitoides podem constituir até 20% das espécies de insetos conhecidas, tendo assim, uma alta representatividade em ecossistemas terrestres (GODFRAY 1994). Os parasitoides são capazes de localizar seu hospedeiro utilizando de uma série de sinais, tal como sinais voláteis liberados pela espécie vegetal e danos mecânicos causadas pelas larvas dos herbívoros (VINSON, 1976). Os parasitoides também possuem diversas adaptações ecológicas fisiológicas e comportamentais, para superação das barreiras de seus hospedeiros, sendo considerados de grande importância ecológica e econômica (HASSEL, 1986; GREATHEAD, 1986; CIRELLI & PENTEADO-DIAS, 2003).

A hipótese do mundo verde propõe que as populações de herbívoros são reguladas por seus predadores, permitindo o estabelecimento dos vegetais (HAIRTON et al., 1960). Esse tipo de regulação conhecida como “*top-down*” é uma regulação do topo para níveis tróficos inferiores (MENGE & SUTHERLAND, 1976; PRICE et al., 1980; MENGE, 1992; STILING, 1996), influenciando de maneira quantitativa nas populações de níveis tróficos seguintes (CARPENTER et al., 1985). Em redes tri-tróficas como a proposta aqui (planta – herbívoro-parasitoides) os efeitos indiretos que os parasitoides podem causar sobre a planta é positivo, uma vez que eles irão controlar os efeitos que as populações de herbívoros impõem sobre a planta, fazendo com que essa possa então sobreviver e gerar descendentes ao longo do tempo e espaço (PRICE et al., 2011).

- **Germinação de sementes e herbivoria**

Sementes representam uma grande vantagem para a planta em termos evolutivos uma vez que oferecem proteção e nutrição para o embrião em uma única estrutura, durante os estágios mais críticos da germinação e de seu posterior estabelecimento da plântula no ambiente (RAVEN *et al.*, 1996). Grande parte das sementes possuem algum tipo de dormência que impedem que elas germinem mesmo estando em condições favoráveis, essa é uma estratégia que a planta utiliza para aumentar a chances de sobrevivência da espécie (FOWLER & BIANCHETTI, 2000). Essa

estratégia impede que todas sementes germinem de uma única vez distribuindo esse processo ao longo do tempo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

As espécies avaliadas nesse trabalho (*L. leucocephala* e *S. multijuga*) possuem dormência tegumentar (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). Esse tipo de dormência cria uma barreira física que impermeabiliza o tegumento da água e de trocas gasosas (POPINIGIS, 1985). Muitas vezes essa impermeabilidade se dá devido ao impedimento mecânico, onde os tecidos que estão em volta do embrião são resistentes e caso o embrião não consiga perfura-los ele não irá germinar (PEREIRA, VANDERLEY JOSÉ et al., 2014). Para que as sementes possam germinar é preciso quebrar essa dormência. Em ambientes naturais essa quebra pode se dar através das intempéries do próprio ambiente ou através de fungos e bactérias do solo (EMBRAPA, 2012). No caso de experimentos em laboratório existem diversas formas de quebra de dormência, sendo uma delas a abrasão mecânica por meio de uma lixa, isso faz com que o cotilédone fique exposto e possa assim entrar em contato com a água e oxigênio (REBOUÇAS, 2012).

A herbivoria até certo ponto pode ajudar no processo germinativo uma vez que o inseto quebra a dormência tegumentar da semente, facilitando a entrada de água (KARBAN & LOWENBERG, 1992; TAKAKURA, 2002; NAKAI Z. et al., 2011). Entretanto, em alguns casos os estágios larvais podem causar a perda de parte do tecido prejudicando a germinação como é o caso de estudos feitos com *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose (Fabaceae), em que foi verificado que sementes atacadas por Coleopteros, tiveram uma redução em sua taxa de germinação, apresentando baixo desempenho germinativo se comparado a outros métodos de quebra de dormências como: escarificação mecânica e embebição em água destilada por 24 horas (FONSECA, A.G et al., 2020). A baixa taxa de germinação está relacionada com a perda dos tecidos, interferindo assim nas trocas gasosas e conseqüentemente interferindo no metabolismo inicial da germinação. A exposição do endosperma altera os níveis de respiração de forma descontrolada, comprometendo assim o metabolismo da semente (LABOURIAU, 1983).

Boa parte dos estudos relacionados a parasitoides mostram aspectos do controle biológico, o papel dos parasitoides e seus efeitos na germinação são muito pouco estudados, entretanto, em estudos feitos com a planta *Lathyrus japonicus* mostram que a morte precoce de larvas de Coleópteros por vespas parasitoides, reduz o índice de consumo da semente e melhora a taxa germinativa da espécie (NAKAI Z. et al., 2011). Parasitoides do tipo idiobionte nos quais paralisam

seu hospedeiro e os impedem de continuar se alimentando dos tecidos da semente podem contribuir para o sucesso da germinação (PRICE ET AL. 1980; HAWKINS ET AL.1990; GODFRAY 1994).

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

O objetivo do trabalho é avaliar a influência dos herbívoros e de seus parasitoides sobre a o desempenho germinativo de duas espécies de leguminosas, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) planta invasora e *Senna multijuga* (L. C. Rich.) planta nativa.

3.2. Específicos

- I) Verificar se sementes predadas e não predadas possuem taxas de germinação distintas.
- II) Verificar se existem diferenças significativas na germinação das espécies de Fabaceae predadas pelos herbívoros com e sem seus parasitoides.
- III) Verificar qual das categorias de sementes predadas tem maior influência sobre a germinação e se existe diferenças significativas entre a espécie exótica e a nativa.

4. JUSTIFICATIVA

Leucaena leucocephala e *Senna multijuga* tem um papel relevante nos ecossistemas, visto que as dinâmicas entre plantas nativas e invasoras são cada vez mais estudadas para a compreensão de sua dinâmica no ambiente natural. Os danos que espécies introduzidas podem trazer para o ecossistema e como eles podem ser minimizados tem ganhado grande enfoque nos últimos anos. Além de relevância ecológica, essas plantas são usadas em ornamentação e nos processos de recuperação de ambientes degradados. Apesar de muitos estudos e do interesse nas plantas da família Fabaceae, são poucos os estudos que comparam duas espécies (nativa vs. exótica) observando as interações tri-tróficas entre o vegetal, herbívoros e seus parasitoides em especial seus efeitos sobre a germinação das sementes. Este trabalho contribui para ampliar os

conhecimentos comparativos entre plantas nativas e exóticas e os efeitos que os insetos podem causar nas sementes e consequentemente no sucesso reprodutivo dessas espécies.

5. METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

Os frutos de *Leucaena leucocephala* e de *Senna multijuga* (*L. C. Rich.*) foram coletados no município de Lavras, no sul do estado de Minas Gerais, em fragmentos de matas localizados no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (21° 13' 42.79"S; 44° 59' 11.04" O). O clima predominante de região é tropical de alta altitude, caracterizado por duas estações bem definidas: verões quentes com alta precipitação e invernos secos. A temperatura média é de 19,4° C, com precipitação média anual de 1529,5 mm (SPAROVEK; DE JONG VAN LIER; DOURADO NETO, 2007).

5.2 Coletas dos frutos

Os frutos das plantas *L. leucocephala* e *S. multijuga* foram coletados nos meses de Julho e Agosto de 2020. Com ajuda de um podão com haste longa, foram coletados 30 frutos de cinco indivíduos de cada espécie, totalizando 150 frutos por espécie e 300 frutos no total. Os frutos coletados no campo foram colocados em sacos de papel identificados por área e data de coleta, e posteriormente levados ao Laboratório de Ecologia e Complexidade da UFLA para a sua manipulação. *L. leucocephala* possui algumas variedades podendo ter porte arbustivo ou arbóreo chegando a 20 metros de altura (DRUMOND; RIBASKI, 2010) sua época de floração e frutificação pode se estender ao longo do ano (LORENZI et al., 2003), já *S. multijuga* pode ter porte de arvoreta ou arbóreo também podendo chegar a 20 metros de altura, no estado de Minas Gerais, seu período de floração vai de março à abril e seus frutos amadurecem de abril à setembro (CARVALHO, 2004)

5.3 Aclimações das sementes e frutos.

Em laboratório, foram selecionadas de forma aleatória as sementes de 50 frutos por espécie de plantas. Essas sementes foram individualizadas em microtubos e levados a condições

controladas em sala climatizada. Os microtubos tiveram suas extremidades vedadas com tecido organza, permitindo a entrada de oxigênio e impedindo a emergência do inseto dos mesmos. A sala climatizada foi ajustada com fotoperíodo 12:12, temperatura média de 25° graus e umidade relativa de 75 % (TULLER et al. 2015). Esse passo permitiu um melhor entendimento dos padrões de predação e parasitismo após os insetos emergirem das sementes. Facilitando assim, a identificação das categorias de predação e parasitismo posteriormente.

Os demais frutos (100 por planta) foram acondicionados individualmente em tubos de PVC em laboratório em condições ambientais. Esses tubos PVC foram vedados com tecido organza com o auxílio de elásticos, permitindo assim a entrada de oxigênio, evitando a proliferação de fungos e permitindo a contenção dos organismos dentro dos frutos após sua emergência (TULLER et al., 2015).

5.4 Categorias para o teste de germinação

Após um período de cerca de dois meses, quando não foi mais observado a emergência de insetos, as sementes e os frutos com as sementes foram minuciosamente examinadas em estereomicroscópio sendo separadas nas categorias: predada e não predada. A categoria predada foi dividida em duas subcategorias: PCO predada por coleópteros e PARCO com presença de parasitoide de coleóptero. E a categoria não predada foi dividida em AI artificialmente injuriada, SI sementes intactas de frutos sem infestação de insetos, e SFI sementes intactas de frutos com infestação de insetos. A sementes da categoria AI, foram artificialmente furadas com a ajuda de um alfinete entomológico (1 mm), expondo o cotilédone (NAKAI Z. et al., 2011).

5.5 Mensuração das sementes

As sementes utilizadas no experimento de germinação foram previamente medidas (comprimento e largura) com o auxílio do paquímetro para observar o efeito do tamanho da semente nas taxas de germinação, através dessas medidas estimamos o tamanho da área da semente (NAKAI Z. et al., 2011).

5.6 Experimento de Germinação e delineamento amostral

Antes de começarmos o teste de germinação realizamos a quebra da dormência das sementes das duas espécies por meio de escarificação mecânica no lado oposto ao embrião (Ferreira et al., 1992). Para o teste de germinação foram utilizadas 400 sementes para cada planta, totalizando 800 sementes. Como falado anteriormente, as sementes foram divididas em cinco categorias (PCO, PARCO, AI, SI, SFI), de forma que foram utilizadas 80 sementes por categoria (tratamento), dividida em quatro repetições de 20 sementes cada. O delineamento foi inteiramente casualizado.

As sementes foram individualizadas em placas de Petri, tendo como substrato papel filtro, umedecido com água destilada (TULLER et al., 2015). As placas foram lacradas com plástico filme. Em cada placa de Petri foi colocado duas folhas de papel filtro por baixo da semente e uma folha de papel filtro por cima da semente e adicionados 5 ml de água destilada na montagem do experimento (TULLER et al., 2015). A cada dois dias foram adicionados 1 ml de água destilada, por placa de Petri. As placas de Petri contendo as sementes e seus diferentes tratamentos foram acondicionadas em uma estufa de *B.O.D (Biochemical Oxygen Demand)* com fotoperíodo de 12:12 h e temperatura de 25°C (TULLER et al., 2015).

A avaliação do experimento foi feita diariamente, até que se observasse uma estabilização na germinação de 72 horas, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de raiz aproximadamente (REHMAN *et al.*, 1996), essa medida foi feita por meio de paquímetro digital.

5.7 Teste de Viabilidade das Sementes

As sementes que não germinaram e não apresentavam fungos, foram submetidas a um teste de tetrazólio para a avaliação de sua viabilidade. Esse teste consiste na atividade enzimática do grupo das desidrogenases que estão presentes nos tecidos vivos e através dele é possível determinar se a semente não germinou por não ter encontrado condições favoráveis, ou por ser inviável (DELOUCHE et al., 1976).

A interpretação desses resultados é baseada na coloração dos tecidos vegetais da semente. A coloração rosa claro perolada indica que a semente não possui danos, ou apenas lesões superficiais em áreas não consideradas críticas do cotilédone. Por outro lado, as sementes não viáveis podem apresentar coloração rosa intenso, branco ou podem ter coloração manchada com aspecto de mosaico na região na região de ligação dos cotilédones com o eixo embrionário (FRANÇA NETO, 1999).

Dessa forma, utilizamos a metodologia padrão para cada espécie de planta aqui estudada. Em que consiste no pré-condicionamento das sementes de ambas as espécies por 18 horas, entre dois papéis filtro umedecidos com água a 25°C (COSTA; SANTOS, 2010; FERREIRA et al., 2004). Após esse período foi realizado um corte lateral nas sementes. No caso da *L. leucocephala* essa metodologia foi seguida de imersão em água a 30°C por cerca de uma hora, para retiradas do tegumento, enquanto que para *S. multijuga* não foi necessário (COSTA; SANTOS, 2010; FERREIRA et al., 2004).

Posteriormente para que houvesse a pigmentação dos tecidos vegetais, as sementes de *L. leucocephala* e *S. multijuga* foram imersas em uma solução de tetrazólio a 35°C, no escuro, por duas e cinco horas respectivamente (COSTA; SANTOS, 2010; FERREIRA et al., 2004). Todos os processos foram realizados em estufa B.O.D.

5.8 Análise dos Dados

Modelos lineares generalizados de efeitos mistos (GLMM) foram construídos para comparação das taxas de germinação entre as plantas (nativa e invasora) e entre os diferentes tratamentos por espécie de planta. Em um primeiro modelo foi analisado se existia diferenças entre a taxa de germinação das sementes entre as duas espécies de plantas (invasora e nativa), nesse modelo a taxa de germinação foi considerada como variável resposta e a espécie de planta (*L. leucocephala* e *S. multijuga*) como variável explicativa. No segundo e terceiro modelo a taxa de germinação foi considerada como variável resposta e os tratamentos e o tamanho da semente como variáveis explicativas, a diferença entre os dois modelos é que no segundo foram considerados os dados somente da taxa de germinação da planta invasora, e a terceira somente a taxa de germinação da planta nativa.

Em todos modelos, as repetições entre os tratamentos foram consideradas como variável aleatória. A estrutura do erro dos modelos foi ajustada pela distribuição binomial utilizando a função ‘*probit*’ (ZUUR et al., 2009). Os GLMM foram construídos com a utilização da função ‘*lmer*’ do pacote lme4 do software R (BATES, D., MAECHLER, M., DAI, 2008). Subsequentemente, para cada um dos modelos foi realizado análise de contraste utilizando o pacote ‘*lsmmeans*’ (LENTH, R, 2020). Todas as análises foram realizadas com software R 4.0.3 (R Core team 2020).

O coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e a taxa de germinação no tempo foram calculados com auxílio do software Germinquant (LOZANO-ISLA et al., 2019). Dentro do software foi realizado uma análise de variância considerando o coeficiente de velocidade de germinação como variável resposta, planta e tratamento (e sua interação) como variável explicativa, e a repetição como fator de bloco. Utilizamos o método Duncan para análise de contraste a posterior. A velocidade de germinação foi calculada através da fórmula:

$$CVG = \left(\frac{\sum_{i=1}^k G_i}{\sum_{i=1}^k G_i X_i} \right) \times 100$$

Em que i é o primeiro dia de avaliação do experimento e k é o último dia, G_i número de sementes germinadas no tempo e X_i o número de dias transcorridos desde do início da primeira germinação. Para mais detalhes sobre a equação consulte (LOZANO_ISLA et al., 2018). Todas as sementes começaram a germinar 48 h depois do início do experimento.

6. RESULTADOS

Obtivemos um total de 3170 sementes para *Leucaena leucocephala*. Desse total, 227 (7,16%) inviáveis que foram desconsideradas das análises, 34 (1,07%) predadas por lepidóptera, 697 (21,99%) com coleóptero, 83 (2,62%) com parasitoides, 1846 (58,23%) sementes sadias, 93 (2,93%) sementes do fruto infestado e 190 (5,99%) sementes sadias de frutos sem nenhuma infestação.

Para *Senna multijuga* obtivemos um total de 3481 sementes. 835 (23,99%) inviáveis que foram desconsideradas das análises, 1252 (35,97%) com coleóptero, 96 (2,76%) com parasitoides, 937 (26,92%) sementes sadias, 64 (1,84%) sementes do fruto infestado, 297 (8,53%) sementes sadias de frutos sem nenhuma infestação.

Nós avaliamos a taxa de germinação de 400 sementes de *S. multijulga* (nativa) e 400 sementes de *L. leucocephala* (invasora) e observamos diferenças significativas entre a taxa de germinação da planta nativa em relação à planta invasora ($p < 0.001$) (Tabela 2). De forma geral, a planta nativa teve uma maior taxa de sucesso de germinação do que a planta invasora, com taxas de germinação de 0,4 e 0,3 respectivamente. (Gráfico 1). O gráfico abaixo mostra que as categorias AI, SFI e SI tiveram maior taxa de germinação na planta nativa (0,8; 0,6 e 0,63) do que na planta

invasora (0,63; 0,21 e 0,33) (Gráfico 1). Por outro lado, sementes das categorias PCO e PARCO na planta nativa não apresentaram germinação, enquanto que na invasora sim (com taxas de germinação de 0,07 e 0,23 respectivamente) (Gráfico 1).

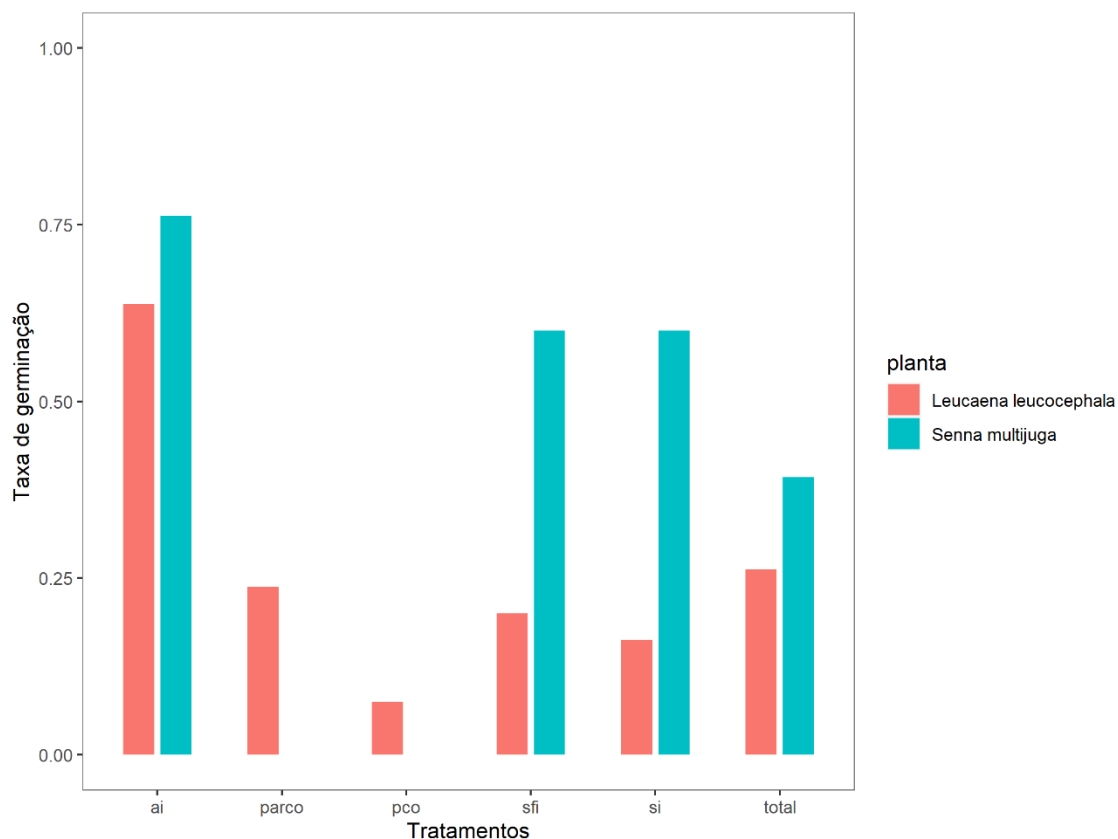


Gráfico 1. Comparação das taxas de germinação das sementes da planta invasora *Leucaena leucocephala* em vermelho e da planta nativa *Senna multijuga* em azul por tratamento. Em que ai: sementes artificialmente injuriadas; parco: sementes com parasitoides de coleópteros; pco: sementes predadas por coleópteros; sfi: sementes de frutos infestados; si: sementes intactas.

Em relação às categorias de semente, observamos diferenças significativas entre as categorias independentemente da espécie de planta estudada (Invasora $p < 0,05$ e Nativa $p < 0,01$) Tabela 1). As análises estatísticas indicam que todos os tratamentos, com exceção de Ai, contribuíram significativamente ($p < 0,05$) na taxa de germinação da planta invasora, além disso, os resultados sugerem que não há relação entre o tamanho da semente e a taxa de germinação de *L. leucocephala* ($p > 0,05$) (Tabela 3).

A análise de contraste indica diferenças entre os tratamentos de *L. leucocephala*, com Ai diferente de todas as demais categorias PARCO, PCO, SFI e SI, e maior taxa de germinação em

relação a estes. PCO com menor taxa de germinação e diferente de PARCO, SFI e SI. A categoria PARCO não diferiu dos tratamentos SFI e SI como observado no Gráfico 2 e na Tabela 4

Para a planta nativa *S. multijuga* os resultados obtidos mostram que SI e SFI foram os únicos tratamentos que contribuíram para taxa de germinação da planta nativa ($p < 0.01$; $p < 0.05$). Ademais, os resultados sugerem que não há relação ente o tamanho da semente e a taxa de germinação de *S. multijuga* ($p > 0,05$) (Tabela 5). A análise de contraste aos pares indicam diferenças entre AI e SFI, e não há diferença entre SFI e SI ou AI e SI (Tabela 6)(Gráfico 2). Não houveram sementes germinadas nos tratamentos PCO e PARCO para planta nativa.

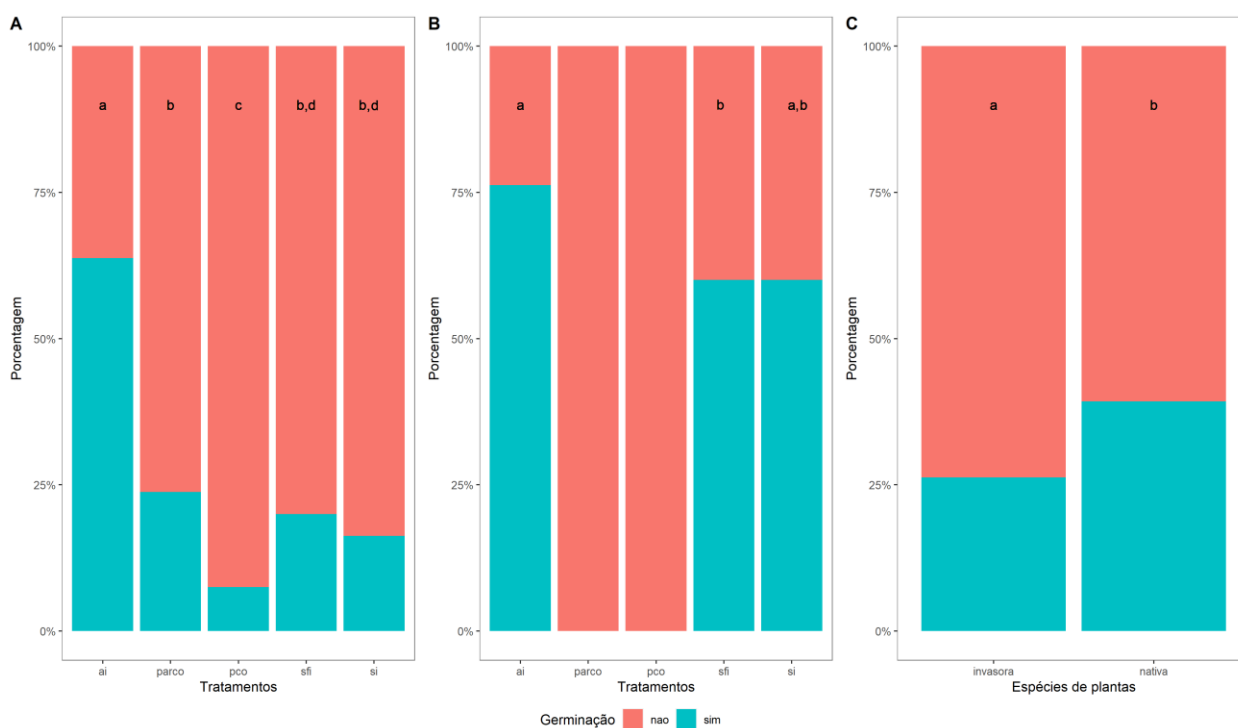


Gráfico 2: Taxas de germinação das plantas (A) *Leucaena leucocephala* (Invasora) e (B) *Senna multijuga* (Nativa) por tratamento. A cor azul representa a porcentagem de sementes germinadas e a vermelha a porcentagem de sementes não germinadas. A imagem C compara as taxas de germinação entre as duas plantas. Barras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si. Em que ai: sementes artificialmente injuriadas; parco: sementes com parasitoides de coleópteros; pco: sementes predadas por coleópteros; sfi: sementes de frutos infestados; si: sementes intactas.

O coeficiente de velocidade de germinação (CVG) foi calculado e é apresentado na Tabela 7. Observamos diferenças significativas nos valores de CVG por tratamento ($p < 0.05$, $F = 3.04$), planta ($p < 0.05$, $F = 4.880$) e a interação do tratamentos com a planta ($p < 0.05$, $F = 3.49$). Na tabela 7 e

no gráfico 3 é possível observar as diferenças entre as plantas e tratamentos. De forma geral, a planta nativa teve um maior CVG em relação à planta invasora, o que significa que foi preciso um tempo maior para germinar do que a planta invasora.

Para *L. leucocephala*, observamos que a presença do parasitoide bem como a injúria das sementes tiveram um maior efeito no CVG da espécie, acelerando sua germinação de forma significativa. PCO e SI não tiveram diferenças significativas, mas o simples fato da planta ter tido infestação de insetos parece ter reduzido o tempo de germinação, visto que SFI foi estatisticamente similar com PARCO e SI. Para planta nativa, não houve diferenças significativas das categorias presentes, mas o fato de não ter havido germinação para PARCO e PCO, confirmam sua baixa resistência à insetos, quanto sua germinação.

Tabela 7: Coeficiente de velocidade de germinação por categoria de *Leucaena leucocephala* e *Senna multijuga*.

Planta	Tratamentos	CVG	Desvio padrão	Erro padrão	min	Max	Letras
<i>Leucaena leucocephala</i>	Ai	29.415	4.247	2.123	25.000	35.000	bc
<i>Leucaena leucocephala</i>	Parco	26.314	5.515	2.757	20.000	33.333	c
<i>Leucaena leucocephala</i>	Pco	68.750	37.500	18.750	25.000	100.000	a
<i>Leucaena leucocephala</i>	Sfi	46.161	36.868	18.434	20.833	100.000	abc
<i>Leucaena leucocephala</i>	Si	78.205	25.609	14.785	50.000	100.000	a
<i>Senna multijuga</i>	Ai	72.641	4.166	2.083	68.182	76.190	a
<i>Senna multijuga</i>	Sfi	73.224	15.872	7.936	52.941	89.474	a
<i>Senna multijuga</i>	Si	63.317	10.896	5.448	50.000	72.222	ab

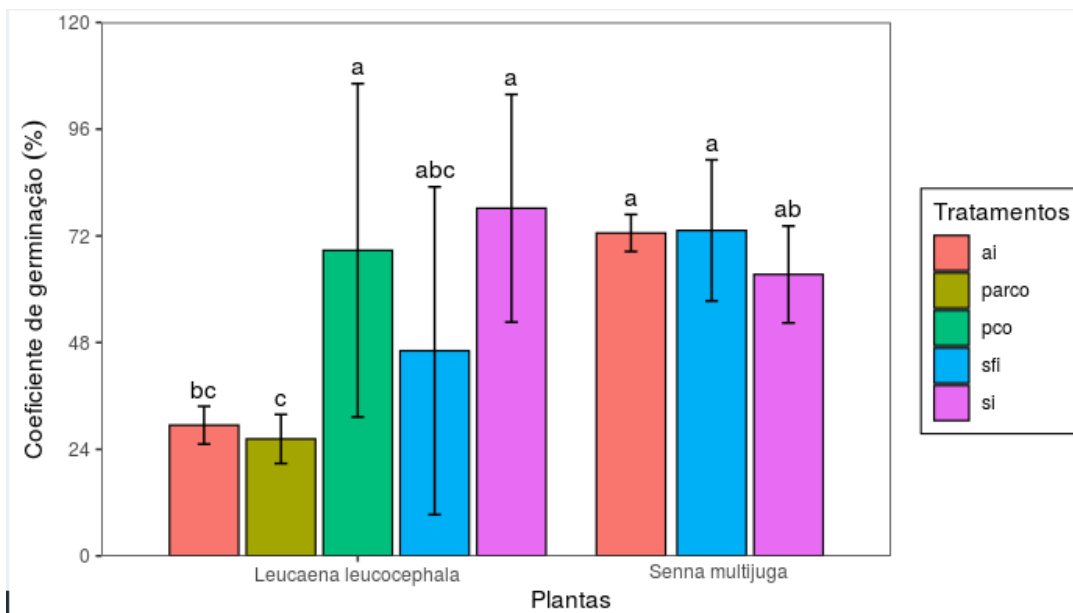


Gráfico 3: Coeficiente de velocidade de germinação (CVG) durante o período em que ocorreu o experimento comparando a planta invasora e a planta nativa e os tratamentos. O eixo X mostra as plantas divididas por espécies e tratamentos, e o eixo Y o coeficiente de velocidade de germinação. Em que ai: sementes artificialmente injuriadas; parco: sementes predadas com parasitóides ; pco: sementes predadas por coleópteros; sfi: Sementes de frutos infestados e Si: Sementes intactas. Letras diferentes indicam diferenças entre os tratamentos.

A taxa de germinação no tempo, mostra destaque do tratamento AI para planta invasora, que teve maior número de sementes germinadas no tempo e SFI para planta nativa.

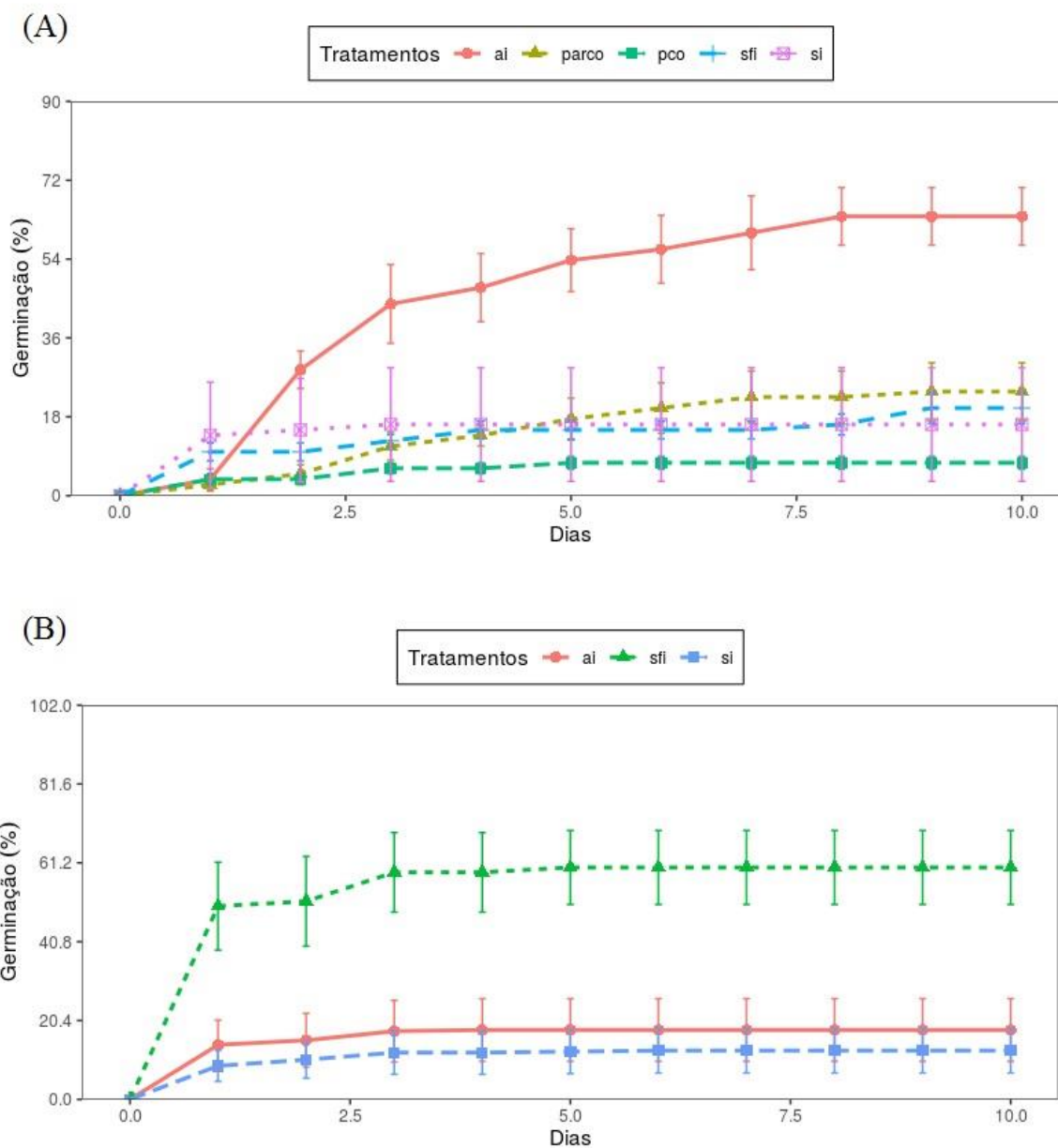


Gráfico 4: Taxa de germinação em porcentagem durante o período em que ocorreu o experimento comparando a planta invasora (A) e a planta nativa (B) por tratamentos. O eixo X mostra os dias de germinação, e o eixo Y a porcentagem de sementes germinadas. Em que ai: sementes artificialmente injuriadas; parco: sementes predadas com parasitóides ; pco: sementes predadas por coleópteros; sfi: Sementes de frutos infestados e Si: Sementes intactas.

O teste de tetrazólio foi feito separadamente para cada planta sendo testadas 140 sementes de *Senna multijulga* e 148 de *Leucaena leucocephala*, o teste indicou que 21 sementes ainda

estavam viáveis, destas 6 (4,28%) eram sementes de *S. multijuga* sendo três da categoria SI e três da categoria AI, das 15 (10,13%) sementes de *L. leucocephala* todas pertenciam a categoria SI. Ao longo do teste foi possível observar que nas duas espécies de plantas as sementes das categorias PCO e PARCO foram mais susceptíveis ao ataque de fungos, no total 251 sementes foram descartadas do teste, em sua maioria sementes das duas categorias citadas.

7. DISCUSSÃO

Esse trabalho configura a primeira tentativa de comparar os padrões germinativos de uma planta nativa e invasora, levando em consideração tanto os herbívoros como os parasitoides. Os resultados encontrados aqui mostraram diferenças significativas nas taxas germinativas entre as espécies nativas e invasoras, sendo a maior taxa de germinação encontrada na planta nativa *Senna multijuga*. Sementes das categorias AI, SFI e SI tiveram maior taxa de germinação na planta nativa, sendo SI e SFI uma maior contribuição, sementes das categorias PCO e PARCO não apresentaram germinação. Já para a planta exótica AI foi diferente de todas as outras categorias tendo a maior taxa de germinação enquanto que PCO a menor. Não foi encontrada relação entre a taxa germinativa e o tamanho das sementes em ambas as espécies, o que exclui o efeito do tamanho do recurso nas taxas de germinação.

Em alguns estudos a maior taxa de germinação da espécie *Senna multijuga* (planta nativa) se deve, pois, espécies nativas podem servir como controladores impondo uma pressão física nas espécies invasoras, isso explicaria a rápida taxa de germinação no período inicial do experimento. Espécies como *S. multijuga* que possuem crescimento rápido e características arbóreas ou arbustivas podem ser utilizadas para sombrear o solo excluindo as possíveis espécies exóticas (SILVA et al. 2012). A maior taxa de germinação de espécies nativas leva, em campo, a um retorno das condições anteriores não perturbadas, favorecendo a recolonização das espécies nativas tornando o local menos susceptível a invasões (DRENOVSKY et al. 2012).

Em um estudo comparativo entre espécies nativas e ervas daninhas exóticas foi evidenciado um melhor desempenho germinativo para espécies exóticas em relação às nativas, este resultado foi atribuído a habilidade superior das ervas daninhas em colonizar áreas com distúrbios, e a sua melhor capacidade em usar água disponível do solo para sua germinação (PÉREZ-

FERNÁNDEZ *et al.*, 2000). Ervas daninhas possuem taxa de germinação mais rápida do que as plantas nativas quando são adequadamente molhadas, o que permite que as mesmas evitem períodos de seca, e por consequência promova um aumento em sua taxa germinação (PÉREZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2000). Apesar disso, alguns estudos mostram que espécies com sementes duras, como no caso das leguminosas, podem desenvolver uma dormência secundária em períodos de seca (PÉREZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2000;()). Isso poderia explicar a relação contrária que encontramos em nosso estudo, visto que os suplementos de água bem como as demais condições básicas foram oferecidas diariamente eliminando essa possível vantagem que as plantas invasoras teriam sobre as nativas.

Em contrapartida, outro estudo que fez uma revisão comparando o desempenho entre espécies nativas e exóticas mostrou que estatisticamente as plantas exóticas não possuem melhores desempenhos do que as plantas nativas em relação a seu crescimento, habilidade competitiva ou fecundidade e que de forma geral, as espécies nativas obtiveram taxas maiores ou iguais à das espécies exóticas, pelo menos para as medidas-chaves de algumas condições de crescimento (ex: nutrientes, luz, água, e competição) (DAEHLER, 2003).

No estudo comparativo feito entre a planta exótica invasora *Leucaena leucocephala* e as leguminosas *Caesalpinia ferrea*, nativa e *C. pulcherrima*, exótica não consideradas invasoras no Brasil. Foi observado que *L. leucocephala* apresentou desempenho germinativo inferior às demais espécies em condições naturais, sem a quebra de dormência (FONSECA, NILSON GONÇALVES DA; JACOBI, 2011). Por outro lado, após serem submetidas à quebra de dormência, as sementes de *L. leucocephala* tiveram altas taxas de germinação em diversas faixas de temperatura, demonstrando que a dormência pode ser um fator limitante para dispersão dessa espécie em condições naturais (CAVALCANTE & PEREZ 1995; SOUZA-FILHO 2000).

Esses resultados mostram que ao contrário do esperado de uma planta exótica e invasora nem sempre seu poder germinativo é maior do que as espécies nativas, como foi o caso do presente trabalho, onde *S. multijulga* também obteve maior taxa germinativa que *L. leucocephala*. Apesar disso, sabe-se que o desempenho germinativo é apenas um dos atributos considerados ao sucesso de invasão, existem diversas características que são atribuídas a esse sucesso, ainda que *L. leucocephala* não preencha alguns desses requisitos nos trabalhos apresentados, ela possui atributos como alta fecundidade, altas taxas de crescimento de plântulas, capacidade competitiva e

pressão de seus propágulos advindos de situações de estresse que confere vantagem sobre as plantas nativas (FONSECA, NILSON GONÇALVES DA; JACOBI, 2011).

O consumo de sementes por insetos pode ter diversos efeitos para sementes, por um lado, os insetos podem torna-las chochas destruindo sua capacidade germinativa (SCHERER & ROMANOWSKI, 2005). Isso ocorre, pois herbívoros podem consumir grande parte do endosperma da semente, causando danos ou até mesmo matando o embrião e assim inviabilizando o processo germinativo (SOUTHGATE, 1979; TOMAZ et al., 2007; FOX et al., 2012). Por outro lado, o dano causado pelo inseto pode também induzir a quebra de dormência e facilitar a germinação das sementes, aumentando o sucesso reprodutivo da espécie (DONATO et al., 2010; SILVA & ROSSI, 2019). Nesse trabalho, observamos que as categorias PCO e PARCO, ambas com insetos envolvidos, resultaram em um efeito negativo e limitante para a taxa germinativa de *S. multijuga*, uma vez que ambas as categorias não apresentaram germinação. A ausência de germinação nessas categorias para planta nativa pode ser explicada pela destruição total do endosperma observado nas sementes que possuíam sinais de predação por coleópteros ou a presença de parasitoides (PCO e PARCO).

Em um estudo feito com *Senna multijuga*, em que foi analisado os danos causados por bruquíneos às sementes dessa espécie, observaram uma alta taxa de sementes chochas e predadas (38,3%), que acrescido de outros fatores naturais podem ter um efeito expressivo, e negativo no potencial reprodutivo dessa espécie (SARI; RIBEIRO-COSTA, 2005). Devido essas grandes perdas pela predação uma forma que a planta achou para compensar foi a produção de numerosas sementes de pequeno tamanho, como estratégia de dispersão (BARBOSA, 2000). Essa estratégia consiste em produzir uma maior quantidade de sementes do que possa ser consumida pelo herbívoro, mantendo assim um número potencial de sementes sadias em seus frutos (JANZEN, 1969). No mesmo trabalho os autores afirmam que a possível causa da alta taxa de predação que consequentemente atrapalha a taxa germinativa de *S. multijuga* é que ao contrário das outras espécies de plantas da família Fabacea, *S. multijuga* não apresenta defesas contra a predação ficando assim mais exposta aos ataques (SARI; RIBEIRO-COSTA, 2005).

Assim como no trabalho apresentado em que buscamos entender qual a influência dos herbívoros na germinação de sementes, uma pesquisa realizada com *Senegalia polyphylla*

(Fabaceae), avaliou o efeito da predação de bruquíneos na germinação, e comparando com as sementes sadias constataram que as sementes atacadas por bruquíneos, apresentaram menor percentual de germinação em relação aos outros tratamentos, demonstrando que para essa espécie, existe um efeito negativo associado à predação de sementes por coleópteros (FONSECA, ADRIANO GERALDO *et al.*, 2020).

Esse resultado pode ser atribuído a grande perda dos tecidos e conseqüentemente da reserva energética das sementes pela predação, que podem interferir na germinação e na propagação dessa espécie e de outras (FONSECA, ADRIANO GERALDO *et al.*, 2020; Silva & Rossi, 2019). É interessante destacar que apesar da redução considerável na taxa de germinação ocasionada pela predação, às sementes não perderam sua capacidade reprodutiva (FONSECA, ADRIANO GERALDO *et al.*, 2020). Observamos, esse mesmo padrão para a categoria PCO em *L. leucocephala*, que teve uma menor taxa de germinação em relação as outras categorias, e diferente de *S. multijulga*, foram viáveis à germinação, o que pode ser explicado pelo maior tamanho e disponibilidade de endosperma da planta invasora. Outras evidências indicam que embriões parcialmente danificados podem germinar e produzir mudas viáveis (ZHANG *et al.*, 2014; PEREA *et al.*, 2018).

Não observamos diferenças significativas entre sementes intactas provindas de fruto com infestação de insetos (SFI) e sementes intactas provindas de fruto sem infestação (SI). Tuller *et al.*, (2015) encontraram resultados similares, em que foi observado somente o efeito direto dos consumidores de semente (PCO) na taxa de germinação e nenhum efeito significativo entre as sementes intactas de frutos infestados e não infestados por insetos. Apesar disso, a menor taxa de germinação em frutos com infestações de insetos sugere que pode existir algum mecanismo indireto capaz de reduzir essa taxa, já que a alocação de nutrientes em frutos infestados e não infestados podem ser diferentes durante a maturação dos frutos, (TOMAZ *et al.*, 2007; DE MENEZES *et al.*, 2010). No entanto, para um maior entendimento dessa possível relação mais estudos são necessários.

Em um estudo feito com *Lathyrus japonicus* o tratamento no qual as sementes foram artificialmente perfuradas com um alfinete também obteve resultados parecidos com o presente trabalho. As sementes artificialmente perfuradas foram eficazes na embebição de água e na quebra da dormência. Acredita-se que por não ter danos consideráveis em seus tecidos e conseqüentemente

não ter prejudicado o embrião, o furo com alfinete foi eficaz em expor o cotilédone à água e trocas gasosas contribuindo para uma maior taxa germinativa de *L. japonicus* (NAKAI; KONDO; AKIMOTO, 2011). O mesmo foi observado em nosso trabalho, em que sementes da categoria AI (artificialmente injuriadas), para as duas espécies (nativa e invasora), tiveram maior taxa de germinação, provavelmente ocasionadas pela quebra de dormência e exposição do cotilédone à água.

Em contrapartida, Nakai et al., (2011), observaram que sementes que foram parasitadas e mataram precocemente as larvas de coleópteros obtiveram um maior sucesso na germinação para *L. japonicus*. Não observamos maiores taxas de germinação para PARCO em relação aos outros tratamentos, mas observamos que para *L. leucocephala*, o parasitoide parece anular o efeito da predação, uma vez que não obtivemos diferenças significativas entre essa categoria (PARCO) e as categorias SFI (Sementes intactas de frutos infestados) e SI (sementes intactas de frutos não infestados). Já para *S. multijuga* o parasitoide mesmo consumindo o predador nos estágios iniciais do desenvolvimento, impediu que a germinação dessas sementes ocorresse. Tal diferença pode ser atribuída ao tamanho das sementes e disponibilidade do endosperma, que é maior na planta invasora em relação à nativa.

O presente trabalho apresentou um padrão diferente no coeficiente de velocidade de germinação entre a espécie nativa e invasora. A maior rapidez nesse índice pode estar ligada ao vigor da semente, refletindo no sucesso do processo germinativo (NAKAGAWA, 1999). Segundo Labouriau, 1970, tratamentos pré-germinativos podem modificar as respostas do teste de IVG (índice de velocidade germinativa), nesse estudo foi usado como pré-tratamento a escarificação mecânica de ambas as espécies. As sementes foram testadas em suas temperaturas ótimas de acordo com a literatura, entretanto, uma possível variação nas faixas ótimas de germinação das espécies não podem ser descartadas.

O teste tetrazólio permitiu avaliarmos a viabilidade das sementes que não germinaram, grande parte das sementes com inviabilidade germinativa pertenciam as categorias PCO e PARCO. Nós atribuímos esse resultado à perda de endosperma ocasionado pela predação e a presença de parasitoides nas sementes. Por outro lado, as categorias SI e AI foram as que tiveram maior grau de viabilidade, atribuídas a presença do endosperma. Mesmo com todas as condições adequadas

para a germinação, não é uma garantia que essa semente irá germinar, podendo atrasar esse processo apresentando mecanismos de restrição e graus diferentes de dormência (SMIDERLE; LUZ; SOUSA, 2001).

8. CONCLUSÃO

Esse estudo se faz relevante uma vez que as interações entre insetos e plantas são muito importantes, pois, boa parte das sementes florestais são afetadas pela predação, esses insetos podem provocar danos consideráveis às sementes de espécies nativas e exóticas, reduzindo o número de descendentes deixados por cada espécie. Além disso, nos últimos anos o estudo sobre plantas exóticas invasoras ou com potencial de invasão vem ganhando destaque. Por se tratar de plantas filogeneticamente relacionadas, esse estudo ajuda a determinar características que afetam a germinação como a diferença de tamanho do endosperma, e ajudar na investigação do sucesso de uma planta invasora.

9. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E.L.; SILVA, K.A.; FERRAZ, E.M.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, S.I. (2005). Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru-PE. *Acta Botanica Brasilica*. v. 19, n. 2, p. 285-294.

BAKER, H.G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. Pp 147-168. In Baker, H.G. e Stebbins, G.L. (eds.) *The genetics of colonizing species*. New York: Academic Press.

BAKER, H.G. 1974. The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:1-24.

BATES, D., MAECHLER, M., DAI, B. *lme4: Linear Mixed-Effects Models Using Eigen and S4*. Vienna, Austria.: R Development Core Team. , 2008

BARBOSA, L.M. 2000. Considerações gerais e modelos de recuperação de matas ciliares, p.289-312. In R.R. Rodrigues & H.F.Leitão Filho (eds.), *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo, Fapesp, 320p

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER. J. L. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4 ed. Blackwell Publishing: Oxford, 2006.

- BEWLEY, J.D., BLACK, M., (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination, second ed. Plenum Press, New York, NY, USA.
- BEZEMER, T.M., HARVEY, J.A., CRONIN, J.T., (2014). Response of native insect communities to invasive plants. *Ann. Ver. Entomol.* 59, 119-141.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. (2004). Interpretação de resultados de germinação. pp. 209-222. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Eds). Germinação do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre.
- BLOSSEY B, NÖTZOLD R. Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *J. Ecol.* 1995;83:3.
- CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. (2003). Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. *Acta Botanica Brasilica*. v. 17, n. 4, p. 609-617.
- CAMARGO-RICALDE, S.L., DHILLION, S.S., GARCIA-GARCIA, V., (2004). Phenology, and seed production and germination of seven endemic *Mimosa* species (Fabaceae: Mimosoideae) of the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments* 58, 423e437.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J., (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed Jaboticabal: FUNEP.
- CARVALHO, P., E., R. 2003 Tree species in Brazil. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa florestas, 1: 727-734 (in Portuguese).
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Pau-Cigarra (*Senna multijuga*). Circular Técnica - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária n. 92, p. 11 , 2004.
- CAVALCANTE, A.M.B & PEREZ, S.C.J.G.A. 1995. Efeitos da temperatura sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Revista Brasileira de Sementes* 17: 1-8.
- COSTA, Caroline Jácome; SANTOS, Carolina Paula Dos. Teste de tetrazólio em sementes de leucena. **Revista Brasileira de Sementes** v. 32, n. 2, p. 66–72 , 2010
- CRAWLEY, Population dynamics. In.: *Natural Enemies: the Population Biology of Predators, Parasites and Diseases*. CRAWLEY, M.J. (Ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1992a. p.40-89. CRAWLEY, Seed predator and population dynamics. In.: *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*. FENNER, M. (Ed.), CAB International, Wallingford. 1992b.

CARPENTER, S. R., AND J. F. KITCHELL. 1984. Plankton community structure and limnetic primary production. *Am. Nat.* 124: 159- 172.

CIRELLI, K. R. N & PENTEADO-DIAS, A. M. 2003. Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. *Revista Brasileira de Entomologia*. 47(1): 99-105.

DAEHLER, C.C. 2003. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34: 183-211.

DANA, E.D.; RANDALL, R.P.; SANZ-ELORZA, M. & SOBRINO, E. (2003). First evidences of the invasive behaviour of *Leucaena leucocephala* in Europe. *Oryx* 37: 14-14.

DELOUCHE, J.C., BHERING, M.C. & LIENHARD, M. 1976. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. *Agiplan*, Brasília

DONATO, D. B. ET AL. DANO DE CARYEDES sp. (COLEOPTERA; BRUCHIDAE) e seus reflexos na propagação de *Enterolobium contortisiliquum* (LEGUMINOSAE). *Revista Floresta e Ambiente*, v. 17, n. 2, p. 118-123, 2010

DRENOVSKY, R. E. et al. A functional trait perspective on plant invasion. *Annals of Botany*, v.110, p.141-153. 2012.

DRUMOND, MARCOS ANTÔNIO; RIBASKI, JORGE. *Leucena* (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. *Comunicado Técnico* n. 142, p. 1–8 , 2010.

DUARTE, A.P. Contribuição ao conhecimento da germinação de algumas essências florestais. *Rodriguésia*, v.30, p.439- 446, 1978.

De Menezes, L.C.C.R., Klein, J., Kestring, D., Rossi, M.N., 2010. Bottom-up and

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; MOTTA, M. S. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, n. 1, p.24-31, 2004.

FOLEY, J.A., DeFRIES, R., ASNER, G.P., BARFORD, C., BONAN, G., CARPENTER, S.R., CHAPIN, F.S., COE, M.T., DAILY, G.C., GIBBS, H.K., HELKOWSKI, J.H., HOLLOWAY, T., HOWARD, E.A., KUCCHARIK, C.J., MONFREDA, C., PATZ, J.A., PRENTICE, I.C., RAMANKUTTY, N., SNYDER, P.K., (2005). Global consequences of land use. *Science* 309, 570e574.

FONSECA, A. G.; ASSIS JÚNIOR, S. L.; TITON, M.; LEMES, P. G.; MACHADO, E. L. M. Sementes de *Senegalia polyphylla* (Fabaceae) atacadas por bruquíneos podem ser viáveis?. *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], v. 40, 2020. DOI: 10.4336/2020.pfb.40e201801731.

- FONSECA, N. G. da, & JACOBI, C. M. (2011). Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. e *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 25(1), 191–197. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000100022>
- FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas (Embrapa Florestas. Documentos, 40), 2000.
- FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. (1997). The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biology Biochemistry*, v. 29, n. 5/6, p. 897-903.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1998. 72 p.
- GARCIA, L. C. Influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex-Spreng) Shum.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 29, n. 7, p. 1145-1150, 1994.
- GODFRAY, H. C. J. 1994. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. New Jersey, Princeton University Press, 437 p.
- GO MEZ JM, ZAMORA R (1994) Top-down effects in a tritrophic system: parasitoids enhance plant fitness. *Ecology* 75:1023–1030.
- GREATHEAD, D.J. 1986. Parasitoids in classical biological control. In: J. Waage e D. Greathead (eds.). *Insects Parasitoids*. Academic Press, London.
- HALAJ J, WISE DH (2001) Terrestrial trophic cascades: how much do they trickle? *Am Nat* 157:262–281. doi:10.1086/319190.
- HIERRO, J.L; EREN, O.; Khetsuriani, L.; Diaconu, A.; Török, K.; Montesinos, D.; Andonian, K.; Kikodze, D.; Janoian, L.; Villarreal, D.; EstangaMollica, M.E.;
- HULME, P. E. Post-dispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in the Mediterranean scrublands. *Oecologia*, v. 3, p. 91-98, 1997.
- HULME, P.E. and C. W. BENKMAN. 2002. Granivory. *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. (ed Herrera, C.M. & Pellmyr, O.), pp. 132-154. Blackwell, Oxford.
- HASSEL, M.P. 1986. Parasitoids and population regulation. In: J. Waage e D. Greathead (eds.). *Insect Parasitoids*. Academic Press, London.

- HAWKINS BA, ASKEW RR, SHAW MR (1990) Influences of host feeding-niche and foodplant type on generalist and specialist parasitoids. *Ecol Entomol* 15:275–280. doi:10.1111/j.1365-2311.1990.tb00809.x
- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 2, p. 465-492, 1971.
- JANZEN, D.H. 1969. Seed eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. *Evolution* 23: 1-27.
- JOHNSON, C. D. Adaptive radiations of Acanthoscelides in seeds: examples of legume-bruchid interactions. In: Stirton, C.H. & Zarucchi, J.L. (eds.). *Advances in Legume Biology. Monographs in Systematic Botany*, Missouri Botanical Garden, Missouri, USA, p. 747-779., 1989.
- KARBAN, R., & LOWENBERG, G. (1992). Feeding by seed bugs and we evils enhances germination of wild *Gossypium* species. *Oecologia*, 92, 196–200.
- KILLEAN, T.J.; GARCIA E., E.; BECK, S.G. *Guia de arboles de Bolívia*. La Paz: Herbario Nacional de Bolívia / St. Louis: Missouri Botanical Garden, (1993). 958p
- KOPTUR S, LAWTON JH (1988) Interactions among vetches bearing extrafloral nectaries, their biotic protective agents, and herbivores. *Ecology* 69:278–283
- LABOURIAU, L. G. *A germinação das sementes*. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p
- LEMONS-FILHO, J. P., GUERRA, S. T. M., LOVATO, M. B. & SCOTTI, M. R. M. M. L. (1997) Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32, 1 – 6.
- LENTH, R.V. Least-squares means: The R package lsmeans. *Journal of Statistical Software*, v.69, p.1-33, 2020. DOI: 10.18637/jss.v069.i01
- LISBOA, P. L. B. Predação em sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Palmae). *Ciência e Cultura*, 28(7): 764-767,1975.
- LORENZI, H. (1998) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa, Editora Plantarum.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. 2003. *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa, Editora Plantarum, p. 384
- LOZANO-ISLA F, BENITES-ALFARO O, POMPELLI MF (2019). “GerminaR: An R package for germination analysis with the interactive web application “GerminaQuant for R”.” *Ecological Research*, 34(2), 339–346. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.1275>.

- MIHULKA, S.; PYSEK, P.; MARTINKOVA, J.; JAROSIK, V. (2006). Invasiveness of *Oenothera* congeners alien to Europe: Jack-Of-All-Trades, master of invasion? *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 8: 83-96.
- MUCUNGUZI, P. (1995). Effects of bruchid beetles on germination and establishment of *Acacia* species. *African Journal of Ecology*, 33, 64–70.
- MCNEELY, J.A., MOONEY, H.A., NEVILLE, L.E., SCHEI, P.J. & WAAGE, J.K., eds (2001) *Global Strategy on Invasive Alien Species*. Cambridge, UK: IUCN in collaboration with the Global Invasive Species Programme
- MENGE, B.A. & SUTHERLAND, J.P. 1976. Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. *American Naturalist*. 110: 351-369.
- MENGE, B.A. 1992. Community regulation: under what conditions are bottom-up factors important on rocky shores? *Ecology*. 73(3): 755-765
- NAKA, Z., Kondo, T., & Akimoto, S. ichi. (2011). Parasitoid attack of the seed-feeding beetle *Bruchus loti* enhances the germination success of *Lathyrus japonicus* seeds. *Arthropod-Plant Interactions*, 5(3), 227–234. <https://doi.org/10.1007/s11829-011-9132-9>
- NAKAI, Z.; KONDO, T.; AKIMOTO, S. (2011) Parasitoid attack of the seed-feeding beetle *Bruchus loti* enhances the germination success of *Lathyrus japonicus* seeds
- NAVARRO, L. & GUITIÁN, J. (2003). Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian peninsula. *Biological Conservation* 109: 313-320.
- NOBLE, I.R. 1989. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. Pp 301-313. In Drake, J.A.; DiCasti, F.; Groves, R.H.; Kruger, F.J.; Mooney, H.A.; Rejmánek, M. & Williamson, M.H. (eds.) *Biological Invasions: a global perspective*. New York: Willey. New Forest, 27, 251–267
- PÉREZ-FERNÁNDEZ, M.A.; LAMONT, B.B.; MARWICK, A.L. & LAMONT, W.G. 2000. Germination of seven exotic weeds and seven native species in south-western Australia under steady and fluctuating water supply. *Acta Oecologica* 21: 323-336.
- PISEK, P.; RICHARDSON, D.M.; REJMÁNEK, M.; WEBSTER, G.; WILLIAMSON, M. & KIRSCHNER, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53: 131-143.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRICE PW, BOUTON CE, GROSS P, McPHERON BA, THOMPSON JN, WEIS AE (1980) Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annu Rev Ecol Syst* 11:41–65.

PRICE, P. W., DENNO, R. F., EUBANKS, M. D., FINKE, D. L. & KAPLAN, I. 2011. *Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities*. Cambridge University Press, New York. 785p.

R CORE TEAM (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

RAVEN, H. P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. 1996. *Biologia Vegetal*. 5 ed. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan.

REHMAN, S. et al. The effects of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. *Seed Science and Technology*, v. 25, p.45-57, (1996).

REJMÁNEK, M. 1996. Species richness and resistance to invasions. Pp 153-172. In Orians, G.; Dirzo, R. e Cushman, J.H. (eds.) *Biodiversity and ecosystem processes in tropical forests*. New York: Springer.

RICKLEFS, R.E. (2003). *A Economia da Natureza*. 5ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

RUSSELL V. LENTH (2020). *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*. R package version 1.5.3. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

SANTOS, G. P.; ARAÚJO, F. S.; MONTEIRO, A. J. A.; NETO, H. F. Danos causados por *Plocetes* sp. (Coleoptera; curculionidae) e lepidoptera em sementes de guiné-do-mato, *Coutarea hexandra* (Rubiaceae). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 238, p. 608-613, 1994.

SARI, L. T., & RIBEIRO-COSTA, C. S. (2005). Predação de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae) por bruquíneos (Coleoptera: Chrysomelidae). *Neotropical Entomology*, 34(3), 521–525. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300025>

SCHMITZ OJ, HAMBÁČEK PA, BECKERMAN AP (2000) Trophic cascades in terrestrial systems: a review of the effects of carnivore removals on plants. *Am Nat* 155:141–153. doi:10.1086/303311.

SILVA, R. R. P.; ROCHA, G. P. E.; VIEIRA, D. L. M. Restauração do cerrado por semeadura direta - estabelecimento e crescimento inicial de 16 espécies de árvores. In: IX Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2012, Rio de Janeiro. *Trabalhos Voluntários*, 20

SILVA, A.V., ROSSI, M.N. When a seed-feeding beetle is a predator and also increases the speed of seed germination: an intriguing interaction with an invasive plant. *Evol Ecol* **33**, 211–232 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10682-019-09974-3>

SILVEIRA, A.P.S; ARAÚJO, E.L.; ARAÚJO, F.S.; WILLADINA, L.G. (2005). Predação de frutos e germinação de sementes em *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill. e *Auxemma glazioviana* Taub. pp. 416-432. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.;

- SOUTHGATE, B. J. Biology of the Bruchidae. Annual Review of Entomology, 24: 449-473, 1979.
- Souza-Filho, A.P.S. 2000. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de *Leucaena leucocephala*. Pasturas Tropicales 22: 47-5
- SMIDERLE, Oscar José; LUZ, Francisco Joaci de Freitas; SOUSA, Rita de Cássia Pompeu De. Germinação e Dormência em. **Embrapa** p. 1–6 , 2001
- SMITH, C.W. 1985. Impact of alien plants on Hawai'i's native biota. Pp. 180-250. In: Stone, C.P. and J. e Scott, M. (eds.). Hawai'i's Terrestrial Ecosystems: Preservation and Management. Cooperative National Park Resources Studies Unit, University of Hawaii, Manoa.
- Sparovek, G.; Jong Van Lier, Q.; Dourado-Neto, D. 2007. Computer assisted Köppen climate classification for Brazil. International Journal of Climatology 27: 257-266
- STILING, P. Ecology: Theories and Applications. 3ed. Upper Saddle River: PrenticeHall, (1999).
- SHELIN, M., TIGABU, M., ERIKSSON, I., SAWADOGO, L. AND ODÉN, P.C. (2004). Predisersal seed predation in Acacia
- SCHERER, K. S.; ROMANOWSKI, PH. Predação de *Megacerus baeri* (Pic,1934) (Coleoptera: Bruchidae) sobre sementes de *Ipomoea imperati* (Convolvulaceae), na praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. Biotemas, v.18, n.1, p.39-55, 2005.
- STILING, P.D. 1996. Ecology: theories and application. Prentice Hall.
- TAKAKURA, K. (2002). The specialist seed predator *Bruchidius dorsalis* (Coleoptera: Bruchidae) plays a crucial role in the seed germination of its host plant, *Gleditsia japonica* (Leguminosae). Functional Ecology, 16, 252–257.
- TOMAZ, C.A., KESTRING, D., ROSSI, M.N., 2007. Effects of the seed predator *Acanthoscelides schrankiae* on viability of its host plant *Mimosa bimucronata*. Biological Research 40, 281e290.
- TULLER, JULIANA ; DE PAULA, ELISA L. ; MAIA, LAÍS F. ; MORAES, RAPHAEL A. . Seed predation food web, nutrient availability, and impact on the seed germination of *Senegalia tenuifolia* (Fabaceae). Revista de Biologia Tropical , v. 63, p. 1149, (2015).
- TOMAZ, C.A., KESTRING, D., ROSSI, M.N., 2007. Effects of the seed predator *Acanthoscelides schrankiae* on viability of its host plant *Mimosa bimucronata*. Biological Research 40, 281e290.
- VAN LOON JJA, de BOER JG, DICKE M (2000) Parasitoid-plant mutualism: parasitoid attack of herbivore increases plant reproduction. Entomol Exp Appl 97:219–227. doi:10.1023/A:1004032225239.
- VINSON, S.B. 1976. Host selection by insect parasitoids. Annual Review of Entomology. 21: 109-133.

WAGNER, W.L.; HERBST, D.R. e SOHMER, S.H. (1999). Manual of the flowering plants of Hawaii. Revised edition. Honolulu: University of Hawai'i Press/Bishop Museum Press. (Bernice P. Bishop Museum special publication)

ZUUR, Alain F. *et al.* **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. New York, NY: Springer New York, 2009. (Statistics for Biology and Health). .978-0-387-87457-9.

ZHANG, J.; DRUMMOND, F. A.; LIEBMAN, M.; HARTKE, A. Insect Predation of Seeds and Plant Population Dynamics - Department of Applied Ecology and Environmental Sciences, University of Maine, Orono, Maine. Technical Bulletin 163, 1997. 32p.

APÊNDICE A

Tabela 1. Parâmetros do modelo e valores de p estimados usando um modelo linear generalizado misto, com a repetição dos tratamentos como fator aleatório e distribuição binomial utilizando a função ‘probit’ comparando a germinação das duas espécies de plantas (nativa e invasora).

Efeito aleatório			
(N) 800			
Grupos	Variação	Erro padrão (SD)	
Repetição (Intercepto)	2.96E-11	1.72E-04	
Efeito Fixo			
	Valor estimado	Erro padrão (SD)	Valor de p
Intercepto (Invasora)	-0.5244	0.065	< 0.05*
Nativa	0.29042	0.09137	<0.01*

Tabela 2. Análise de contraste comparando a germinação entre a planta Invasora e Nativa.

	Valor estimado	Erro padrão (SD)	Valor de p
Invasora- Nativa	-0.029042	0.0913	<0.001*

Tabela 3 Parâmetros do modelo e valores de p estimados usando um modelo linear generalizado misto, com a repetição dos tratamentos como fator aleatório e distribuição binomial utilizando a função ‘probit’ mostrando o efeito por tratamento e da área na germinação da planta invasora *Leucaena leucocephala*.

Planta Invasora – <i>Leucaena leucocephala</i>			
Efeito aleatório			
(N) 400	Variância	Erro padrão (SD)	
Repetição (intercepto)	0.01507	0.1228	
Efeito Fixo			
	Valor Estimado	Erro padrão (SD)	Valor de p
Intercepto (Ai)	-0.277	0.458	0.545
Tratamento- Parco	1.100	0.213	< 0.05*
Tratamento- Pco	-1.855	0.255	< 0.05*
Tratamento- Sfi	-1.139	0.215	< 0.05*
Tratamento- Si	-0.820	0.206	< 0.05*
Área	0.012	0.008	0.142

Tabela 4. Análise de contraste comparando por pares os tratamentos de germinação da planta invasora *Leucaena leucocephala*.

Contraste	Valor estimado	Erro Padrão (SD)	Valor de p
Ai x Parco	1.100	0.213	$p < 0.001^*$
Ai x Pco	1.855	0.255	$p < 0.001^*$
Ai x Sfi	1.139	0.215	$p < 0.001^*$
Ai x Si	0.820	0.206	$p < 0.001^*$
Parco x Pco	0.754	0.260	$p < 0.05^*$
Parco x Sfi	0.039	0.224	0.860
Parco x Si	-0.280	0.213	0.317
Pco x Sfi	-0.715	0.265	$p < 0.05^*$
Pco x Si	-1.035	0.253	$p < 0.001^*$
Sfi x Si	-0.319	0.218	0.310

Tabela 5. Parâmetros do modelo e valores de p estimados usando um modelo linear generalizado misto, com a repetição dos tratamentos como fator aleatório e distribuição binomial utilizando a função 'probit' mostrando o efeito por tratamento e da área na germinação da planta nativa *Senna multijulga*.

Planta Nativa <i>Senna multijulga</i>			
Efeito Aleatório			
(N) 400	Variância	Erro padrão (SD)	
Repetição (intercepto)	1.22E-20	1.10E-07	
Efeito fixo			
	Estimado	Erro padrão (SD)	Valor de p
Intercepto (Ai)	1.05E+03	5.50E+02	0.056
Tratamento - Parco	-1.66E+03	3.84E+48	1
Tratamento - Pco	-1.66E+04	2.31E+08	0.999
Tratamento - Sfi	-6.05E+02	2.18E+02	$p < 0.01^*$
Tratamento - Si	-4.91E+02	2.15E+02	$p < 0.05^*$
Área	-1.42E+01	3.62E+01	0.694

Tabela 6. Análise de contraste comparando por pares os tratamentos de germinação da planta nativa *Senna multijulga*.

Contraste	Estimado	Erro padrão	Valor de p
Ai x Parco	1.66E+04	3.84E+48	1
Ai x Pco	8.62E+03	2.31E+08	1
Ai x Sfi	6.05E+02	2.18E+02	$p < 0.05^*$
Ai x Si	4.91E+02	2.15E+02	0.083.
Parco x Pco	-8.00E+03	3.84E+07	1
Parco x Sfi	-1.60E+04	3.84E+48	1
Parco x Si	-1.61E+04	3.84E+48	1
Pco x Sfi	-8.02E+03	2.31E+08	1
Pco x Si	-8.13E+03	2.31E+08	1
Sfi x Si	-1.14E+02	2.05E+02	0.925