



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS  
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS  
ÁGUAS**

**BRUNA SHAIENNY MARQUES CAMPOS  
MILENE FARIAS DE SOUSA**

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO INICIAL DA ESPECIE *SWIETENIA  
MACROPHYLLA KING-PAULO* ERNANI RAMALHO (MOGNO BRASILEIRO)  
SOB EXPOSIÇÃO DE PESTICIDAS.**

**SANTARÉM-PA**

**2022**

**BRUNA SHAIENNY MARQUES CAMPOS  
MILENE FARIAS DE SOUSA**

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO INICIAL DA ESPECIE *SWIETENIA  
MACROPHYLLA KING-PAULO ERNANI RAMALHO (MOGNO BRASILEIRO)*  
SOB EXPOSIÇÃO DE PESTICIDAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso I, do Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas, do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito parcial para aprovação no componente.  
Orientador(a): Ruy Bessa Lopes.

**SANTARÉM-PA  
2022**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/ UFOPA**

---

C198a Campos, Bruna Shaienny Marques

Avaliação de crescimento inicial da espécie *Swietenia macrophylla* king – Paulo Ernani Ramalho (Mogno Brasileiro) sob exposição de pesticidas./ Bruna Shaienny Marques Campos e Milene Farias de Sousa. – Santarém, 2022.

41 p.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador: Ruy Bessa Lopes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas.

1. Crescimento vegetal. 2. Ensaio ecotoxicológico. 3. Plantas. I. Sousa, Milene Farias de. II. Lopes, Ruy Bessa, *orient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 582.16

---

**BRUNA SHAIENNY MARQUES CAMPOS  
MILENE FARIAS DE SOUSA**

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO INICIAL DA ESPECIE SWIETENIA  
MACROPHYLLA KING-PAULO ERNANI RAMALHO (MOGNO BRASILEIRO)  
SOB EXPOSIÇÃO DE PESTICIDAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso, Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas, do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas

Conceito: Aprovado.

Data de aprovação: 15 / 02 / 2022.



Prof. Dr.1 – Ruy Bessa Lopes – Orientador

Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas – ICTA

Universidade Federal do Oeste do Pará - Ufopa



Prof. 2 – Maxwell Barbosa De Santana- Avaliador

Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas – ICTA

Universidade Federal do Oeste do Pará – Ufopa



Prof. 3 – Lucinewton Silva De Moura- Suplente

Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas – ICTA

Universidade Federal do Oeste do Pará – Ufopa

Santarém-Pará, Brasil, 15 de fevereiro de 2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela sabedoria, nos sustentando até aqui.

Ao nosso orientador Professor Ruy Bessa Lopes.

Aos colegas do laboratório LFVCP, em especial ao Dr Túlio Lara.

A ONG - Brigada de Amigos Defensores da Ecologia e de Recursos Naturais da Amazônia (BADERNA) pela doação das sementes utilizadas.

E aos nossos amigos, Athirson Cavalcante, Aldeize Viana, Reinilza Cardoso e Ivan Alves por todo apoio ao decorrer da pesquisa.

FAPESPA (Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa) e a UFOPA (Universidade Federal do Oeste do Pará).

## RESUMO

O uso descontrolado de pesticidas em regiões próximas a florestas nativas pode provocar efeitos não só nos organismos alvos, causando efeitos em organismos não alvos. As florestas, sejam elas nos trópicos ou em áreas temperadas, têm grande importância para o meio ambiente, economia e o imaginário humano. Nesse contexto, usamos uma espécie nativa amazônica *Swietenia macrophylla* king (Mogno), com ocorrência comum no sul do Pará. O presente trabalho tem como objetivo verificar os efeitos provocados pela exposição de diferentes concentrações dos pesticidas 2,4-D e atrazina em plântulas de *S. macrophylla* após 30 dias de crescimento. Foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em recipientes utilizando um substrato composto por uma mistura na proporção de 1:1 (v/v) de solo comercial e areia lavada. As aplicações das concentrações foram realizadas 30 dias após a germinação das sementes e o efeito do toxicante foi verificado durante 30 dias, ao final do período teste foi elaborada uma curva dose-resposta e calculado o valor da EC50. Foram testadas quatro concentrações calculadas em  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  conforme as indicações fornecidas no rótulo do produto nas seguintes proporções: 1/2, 1, 2x, 4x a concentração recomendada. Nas plantas foram medidos o comprimento do caule, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Os resultados 2,4-D: através do cálculo de dose-resposta um valor de  $EC_{50} = 0.034 \mu\text{l}/\text{cm}^2$ , nas variáveis analisadas apenas massa seca da parte aérea na dose (4x) apresentou diferença significativa em relação com o controle. Portanto é necessária a realização de mais testes ecotoxicológicos como maiores intervalos de tempo para verificar de forma mais pertinente a ação do pesticida sobre as plantas de mogno. Atrazina: em relação a morfometria das sementes mostraram variações no comprimento de 9,11 mm a 31,45 mm (média de  $19,42 \pm 4,17\text{mm}$ ), na largura de 1,03 mm a 13,21 mm (média de  $9,74 \pm 2,31\text{mm}$ ), e na espessura de 1,18 mm a 5,12 mm (média de  $3,36 \pm 0,65\text{mm}$ ). A curva dose-resposta determinou o valor da  $EC_{50} = 0.028 \mu\text{l}/\text{cm}^2$ . As variáveis de massa seca apresentaram diferenças significativas de em comparação com o controle, mostrando que a atrazina provocou efeitos negativo no crescimento das plantas. Portanto, é necessária a realização de testes ecotoxicológicos para mensurar como essas substâncias afetam a reprodução e desenvolvimento de diversas espécies florestais.

**Palavra-chave:** Crescimento vegetal. Ensaio ecotoxicológico. Plantas.

## ABSTRACT

The uncontrolled use of pesticides in regions close to native forests can cause effects not only on target organisms, causing effects on non-target organisms, forests, whether in the tropics or in temperate areas, have great importance for the environment, economy and the human imagination. In this context, we used a native Amazonian species *Swietenia macrophylla* king (Mahogany), with a common occurrence in southern Pará. The present work aims to verify the effects caused by the exposure of different concentrations of 2,4-D and atrazine pesticides on seedlings of *S. macrophylla* after 30 days of growth. A completely randomized experimental design was carried out in containers using a substrate composed of a 1:1 (v/v) mixture of commercial soil and washed sand. Applications of concentrations were carried out 30 days after seed germination and the effect of the toxicant was verified for 30 days. At the end of the test period, a dose-response curve was prepared and the EC50 value was calculated. Four concentrations calculated in  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$  were tested according to the indications provided on the product label in the following proportions: 1/2, 1, 2x, 4x the recommended concentration. In plants, the stem length, collar diameter, dry mass of the area and dry mass of the root were measured. The 2,4-D results: through the dose-response calculation, an EC50 value = 0.034  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ , in the analyzed variables, only the dry mass of the part area in the dose (4x) showed a significant difference in relation to the control. Therefore, it is necessary to carry out more ecotoxicological tests with longer intervals of time to more pertinently verify the action of the pesticide on mahogany plants. Atrazine: in relation to the morphometry of the seeds, they showed variations in length from 9.11 mm to 31.45 mm (average of  $19.42 \pm 4.17$  mm), in width from 1.03 mm to 13.21 mm (average of  $9.74 \pm 2.31$  mm), and in thickness from 1.18 mm to 5.12 mm (average of  $3.36 \pm 0.65$  mm). The dose-response curve determined the EC50 value = 0.028  $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ . The dry mass variables showed significant differences compared to the control, showing that atrazine had a negative effect on plant growth. Therefore, it is necessary to carry out ecotoxicological tests to measure how these substances affect the reproduction and development of different forest species.

**Keywords:** Plant growth. Ecotoxicological assay. Plants.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1 Geral</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2 Específicos</b> .....	<b>10</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Histórico do uso de agrotóxicos no Brasil</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Espécie Mogno (<i>Swietenia macrophylla</i> King.)</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3 Conceitos, composição e finalidade dos agrotóxicos</b> .....	<b>13</b>
<b>3.4 Impactos causados ao meio ambiente</b> .....	<b>15</b>
<b>3.5 Testes de toxicidade</b> .....	<b>16</b>
<b>4 MATÉRIAS E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1 Coleta e preparação de sementes</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2 Organismo-teste</b> .....	<b>19</b>
<b>4.3 Tratamento das sementes</b> .....	<b>19</b>
<b>4.4 Soluções dos pesticidas e aplicação</b> .....	<b>20</b>
<b>4.5 Condução de experimentos</b> .....	<b>21</b>
4.5.1 Teste com as plântulas .....	22
4.5.2 Morfometria das sementes.....	23
4.5.3 Índice de Velocidade de Emergência (IVE).....	24
4.5.4 Diâmetro do coleto e comprimento do caule.....	24
4.5.5 Massa seca da raiz e parte aérea.....	24
4.5.6 Curva dose resposta .....	25
4.5.7 Desenvolvimento da espécie .....	25
<b>5 Resultados</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1 Morfometria das sementes</b> .....	<b>26</b>
<b>5.2 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)</b> .....	<b>26</b>
<b>5.3 Diâmetro do coleto e comprimento do caule</b> .....	<b>27</b>
<b>5.4 Massa seca da raiz e arte aérea</b> .....	<b>30</b>
<b>5.5 Curva dose resposta</b> .....	<b>32</b>

<b>5.6 Esquema de desenvolvimento da espécie.....</b>	<b>33</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas, sejam elas nos trópicos ou em áreas temperadas, têm importância fundamental para o meio ambiente, a economia e o imaginário humano. Para o meio ambiente, as florestas fixam a energia solar, promovem o sequestro de carbono, purificam o ar, mantêm o equilíbrio entre o oxigênio e o dióxido de carbono e liberam o vapor que dá origem às nuvens, que retornam em forma de precipitação. As florestas protegem o solo da lixiviação e da erosão e facilitam a penetração da chuva no solo, reabastecendo o lençol freático (MORAN, 2017).

Em termos econômicos, a floresta tem contribuído com produtos fundamentais para a economia humana, tais como: a madeira para a construção das casas, industriais, navios e da base das estradas de ferro; e a celulose, que se transforma em papel para escrita ou para acondicionar produtos consumidos diariamente. É difícil pensar como seria possível se manter sem as florestas (MORAN, 2017). Segundo RIBEIRO, 2017 o cultivo de espécies florestais além de suprir as exigências do mercado consumidor, possui inúmeras funções ambientais importantes, tanto para a escala nacional quanto internacional, desempenhando um papel vital no desenvolvimento sustentável.

Encontrada nas florestas de terra firme da Amazônia brasileira a espécie *Swietenia macrophylla* King (mogno) é da família Meliaceae sua madeira tem um grande valor comercial no mundo, sendo explorado devido seu potencial econômico, especialmente pelo uso da madeira que é resistente, muito utilizada na fabricação de móveis, por conta de sua coloração, durabilidade e facilidade de manusear (SILVA, 2006; SOUZA, 2010). Além de uma espécie importante nos planos de manejos florestais, sendo uma das mais exploradas no Brasil (SILVA, 2013).

Porém, a história da humanidade é marcada pela devastação das florestas, com o pensamento de que são fontes inesgotáveis. (MORAN, 2017). Eventualmente, O grande problema e da contaminação ambiental devido aos

pesticidas, que são compostos químicos utilizados para matar pragas, incluindo insetos, roedores, fungos e plantas indesejáveis (ervas daninhas). Também usados na saúde pública para matar vetores de doenças, como a malária e na agricultura, para matar pragas que prejudicam a agricultura. Pela sua natureza, são potencialmente tóxicos para outros organismos, incluindo seres humanos, e precisam ser usados com segurança e descartados de forma adequada (OMS, 2018). Contudo, uso indiscriminado dessas substâncias podem acarretar muitos efeitos negativos nas florestas; na biodiversidade e um desequilíbrio nos ecossistemas. Uma vez lançados no ambiente, os pesticidas podem percorrer diversas rotas, se movimentando através de diferentes compartimentos ambientais. No solo devido à capacidade de absorção, esse pode acabar apresentando um alto teor de contaminantes, com o decorrer do tempo, essas substâncias químicas desencadeiam a perda da fertilidade do solo, gerando a morte de micorrizas e podem proporcionar uma alta acidez. O ar também é atingido com o uso excessivo dos agrotóxicos, que podem ficar em suspensão. Esses elementos presentes na atmosfera podem ocasionar a intoxicação de pessoas e de outros seres vivos que inalam o ar contaminado. Além disso, esses poluentes ainda podem entrar em contato com rios e lagos de forma direta ou através do escoamento superficial, onde se faz a aplicação do agrotóxico, além de poderem contaminar lençóis freáticos pela lixiviação no solo (CALSON, 2010; COOPER, 1991; EXTOUNET, 1993).

Nesse contexto, usamos uma espécie nativa amazônica presente na região oeste do Pará a *Swietenia macrophylla* king. (Mogno), com o objetivo de verificar os efeitos provocados pela exposição de diferentes concentrações dos pesticidas 2,4-D e atrazina em plântulas de *S. macrophylla* após 30 dias de crescimento.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Geral**

Este estudo teve como objetivo verificar os efeitos provocados pela exposição de diferentes concentrações dos pesticidas 2,4-D e atrazina em plântulas de *S. macrophylla* após 30 dias de crescimento.

### **2.2 Específicos**

- Coletar informações referentes a morfometria das sementes (largura, espessura e comprimento);
- Observar o valor da concentração letal (EC50) ao final do período teste para a espécie *S. macrophylla* a exposição dos toxicantes 2,4-D e atrazina;
- Avaliar diferentes descritores de efeito da exposição aos toxicantes 2,4-D e atrazina na morfologia da espécie *S. macrophylla*, como diâmetro do coleto, comprimento do caule e massa seca da parte aérea e raiz.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Histórico do uso de agrotóxicos no Brasil

Entre os anos de 1977 a 2006 o mercado brasileiro apresentou um crescimento significativo na comercialização de agrotóxicos: o consumo expandiu, em média, 10% ao ano, de forma que o Brasil esteve desde meados de 1970 até 2007, ficando em sexto lugar na colocação dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo (TERRA, 2008).

Os agrotóxicos tiveram uso fortemente estimulado por políticas de estado durante a década de 70, incluindo a concessão de crédito agrícola, no período vinculado à sua aquisição, a oferta comercial exaltava suas propriedades de reduzir o trabalho com pragas e de beneficiar os alimentos, trabalhadores e a população. Com isso, os agrotóxicos passaram a estar cada vez mais presentes na vida de milhões de trabalhadores do campo, juntamente com suas famílias. Incorporando-se também à dieta dos brasileiros do campo e das cidades, presentes nos alimentos (SOUZA e MEDEIROS, 2011).

Em 1975, o Plano Nacional de Desenvolvimento Agrícola (PNDA), trouxe incentivos para o comércio de agrotóxicos no Brasil, condicionando o crédito rural com a obrigatoriedade de uma cota para aquisição de agrotóxicos (15%) para cada financiamento requerido, e criou a reserva de mercado para os produtos (BRASIL, 1997).

#### 3.2 Espécie Mogno (*Swietenia macrophylla* King.)

A espécie *Swietenia macrophylla* King, pertence à família Meliaceae, uma espécie arbórea semidecídua ou decídua, encontrada nas florestas de terra firme da Amazônia brasileira (TUCCI, 2009). Conhecido popularmente como mogno-brasileiro é bastante explorado devido seu potencial econômico, especialmente pelo uso da madeira que é resistente, muito utilizada na fabricação de móveis, por conta de sua coloração, durabilidade e facilidade de manusear (SILVA, 2006; SOUZA, 2010). Além de uma espécie importante nos

planos de manejos florestais, sendo uma das mais exploradas no Brasil (Silva et al., 2013).

Apesar de ser considerada heliófila, o mogno (*Swietenia macrophylla* King) é uma espécie que tolera níveis moderados de luz e pode sobreviver sob o dossel de outras espécies arbóreas (COSTA, 2013). A distribuição da espécie se estende desde México, passando pela costa Atlântica da América Central até o sul da Floresta Amazônica (PENNINGTON, 1981; MARTINEZ, 2008).

O mogno é uma espécie com grande importância econômica devido à sua madeira, que possui grande durabilidade e muito apreciada para a fabricação de móveis e artigos de decoração, uma madeira de cor atrativa, que apresenta durabilidade, estabilidade dimensional e de fácil manuseio. É utilizado pela indústria tanto em mobiliários finos, como em painéis, embarcações leves, objetos de adorno, réguas de cálculo, laminados, e entre outros (LORENZI, 2002).

O mogno está presente naturalmente em regiões com precipitação anual entre 1000 e 2000 mm, próximas a igarapés, com solos de regiões mais baixas, (GROGAN, 2001). Na região Oeste do estado do Pará a floração ocorre entre os meses de março e abril, de outubro a novembro ocorre a dispersão das sementes, no fim da época chuvosa (LIMA-JÚNIOR; GALVÃO, 2005).

As condições de solo toleráveis para o mogno são variáveis, solos profundos e com pouca drenagem, solos argilosos ácidos e pantanosos, solos alcalinos bem drenados, oriundos de planaltos calcários, até solos derivados de rochas ígneas e metamórficas (CARVALHO, 2007). Geralmente, a produção de mudas de mogno é via seminal, as sementes do mogno podem ser armazenadas em refrigerador durante um ano sem perder o vigor germinativo (LEMOS FILHO e DUARTE, 2001).

De acordo com Teixeira, 2011; CNCFlora, 2012; VILELA e STEHLING, 2015 dentre as espécies que produzem madeira de valor comercial no Brasil, destacam-se, o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King), muito utilizada na indústria de serraria, laminação, movelaria, como madeira sólida, entre outras coisas. A importância

no cultivo dessa espécie se deve, à qualidade de suas madeiras, que possibilita a obtenção de móveis, por conta da sua coloração atrativa, durabilidade e estabilidade dimensional, podendo ser utilizada para outros fins.

### **3.3 Conceitos, composição e finalidade dos agrotóxicos.**

Os pesticidas são uma variedade de produtos destinados a gerenciar o controle de pragas que se desenvolvem em cultivos agrícolas. Entre eles temos exemplos de pesticidas, incluindo herbicidas usadas para controlar as ervas daninhas, inseticidas para o controle insetos, fungicidas para controlar doenças causadas por fungos, rodenticidas que controlam ratos, camundongos e outros roedores, nematicidas para o controle nematoide. Um pesticida pode ser um agente de controle químico ou biológico, se diferem de outras substâncias naturalmente presentes, pois entram no ambiente pelo uso intencional para fins especificados de controle de pragas (JANKOWSKA, 2019).

A classificação dessas substâncias causa controversa, pois existem diversas denominações empregadas para designá-las. De acordo com a ANVISA agrotóxico é o termo legal que deve ser utilizado e está definido na Lei 7802/89, também chamada Lei de Agrotóxicos, porém, os termos pesticida, praguicidas e defensivos agrícolas também são utilizados. O termo “Praguicida” é uma derivação da palavra plaguicidas, denominação utilizada pelos países de língua espanhola e “pesticida” tem como equivalente o termo pesticide, que é utilizado na língua inglesa. Os agrotóxicos possuem várias classes agrônômicas: inseticidas (controlar insetos), acaricidas (ácaros), nematicidas (nematóides), fungicidas (fungos), herbicidas (plantas daninhas), reguladores de crescimento, entre outras (ANVISA, 2019).

O ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) pertence à classe herbicida, produzido durante a Segunda Guerra Mundial, foi o primeiro herbicida seletivo e sistêmico empregado no controle de plantas daninhas latifoliadas anuais. Este herbicida é comercializado e usado até hoje no combate a diversas ervas infestantes em culturas de cereais, árvores frutíferas, cana-de-açúcar, bem

como no controle florestal, tendo substituído a capina no campo. Pode ter pequena ou moderada persistência no solo. A aplicação de doses consideradas normais em solos argilosos e de clima quente, a atividade residual do herbicida não é superior a quatro semanas. Em solos secos e frios, a decomposição é consideravelmente reduzida (ANVISA, 2019). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) classifica o 2,4-D como um herbicida hormonal de toxicidade II, ou seja, moderadamente tóxico. A absorção pode ser por contato dérmico, ingestão e inalação. Durante o período da exposição pode produzir neurite periférica retardada e diabetes transitória. Entretanto, em doses elevadas, causa lesões degenerativas hepáticas e renais (FROTA, 2019).

A atrazina é um herbicida sistêmico, seletivo e utilizado no controle pré- e pós-emergente de ervas de folhas largas. Pertencente à família das triazinas, a atrazina inibe a fotossíntese através do bloqueio do transporte eletrônico. O vegetal morre por inanição e por processos oxidativos causados pelo bloqueio do transporte eletrônico. Nos vegetais tolerantes, o herbicida é prontamente metabolizado, gerando formas atóxicas. Contudo, as plantas mais sensíveis à sua ação sofrem clorose, resultando na necrose dos tecidos (FROTA, 2019).

A atrazina é um herbicida que apresenta registro agrícola para diversas culturas como cana-de-açúcar, milho, pinus, seringueira, sisal, milheto, sorgo entre outros (MAPA, 2020). Este produto é um composto moderadamente polar e fracamente básico e sua solubilidade em água é praticamente independente do pH, apesar de ser mais solúvel em valores de pH inferiores a 2,0. Degrada-se no solo por ação de micro-organismos, onde pode permanecer em torno de 13 a 260 dias. A atrazina e seus derivados são relativamente persistentes no ambiente, contaminando o solo e o meio aquático. Apesar de ainda serem mundialmente usados, inclusive nos EUA, os países da União Europeia o baniram em virtude dos evidentes registros ecotoxicológicos de contaminação da água, resultando em efeitos endócrinos e hormonais (alteração do ciclo menstrual de mulheres e redução do nível de esperma nos homens), além de indícios de possíveis efeitos carcinogênicos e teratogênicos. O uso intensivo e

a mobilidade nos solos têm contribuído para que este seja um dos pesticidas mais frequentemente detectados em águas superficiais e subterrâneas (FROTA, 2019).

Os pesticidas podem ser encontrados em diversos ambientes, principalmente no solo e no ar, além de estarem presentes também nas águas potáveis e alimentos consumidos pelos homens e animais. Aproximadamente setenta por cento de seu uso é agrícola, com os trinta por cento restantes sendo usados para uma ampla gama de atividades humanas, tais como: na manutenção de gramados e jardins; uso em clínicas de cuidado de animais domésticos e em cuidados locais no ambiente industrial; no manejo de pragas em ambiente interno; e como repelentes aplicados no ambiente ou diretamente nos animais ou indivíduos (ARYA, 2005).

A exposição humana a pesticidas é bastante comum ocorrendo em altos níveis em ambientes ocupacionais (atividades de produção e pulverização na agricultura) e, em níveis baixos, nas residências (tratamentos de jardins e gramados) e como resíduos nos alimentos (BOLESI; MERLO, 2019). Dessa forma, há uma crescente preocupação com as consequências ambientais e humanas do uso disseminado de pesticidas e de seus efeitos sobre os organismos não alvos (BLAIR, 2014).

### **3.4 Impactos causados ao meio ambiente**

Devido o seu uso intensivo na agricultura os pesticidas são um dos grupos mais representativos em relação aos poluentes no ambiente (CHOWDHURY, 2008). Na aplicação, além de atingir o seu alvo, grande parte do princípio ativo alcança outras regiões que não são alvos, como, por exemplo, os componentes ambientais ar, solo, recursos hídricos e mesmo que sejam em concentrações baixas estas substâncias poderão ocasionar malefício aos ecossistemas podendo gerar impactos negativos ao meio ambiente (REBELO & CALDAS, 2014; SÁNCHEZ-OSORIO, 2017).

Os impactos ambientais causados no solo, água e na microbiota pelo uso dos agrotóxicos estão relacionados principalmente com o tempo de

permanência de seus resíduos (RIBEIRO e VIEIRA, 2010). O destino dos agrotóxicos no ambiente é governado por processos de retenção, de transformação e de transporte, e por interações entre esses processos (SPADOTTO, 2006). Alguns agrotóxicos, pelo fato de permanecerem no ambiente ou atingirem o meio aquático, acabam oferecendo riscos para espécies animais por conta de sua toxicidade, possibilitando a bioacumulação ao longo da cadeia alimentar (MILHOME, 2009).

Alguns tipos de riscos estão associados ao uso de pesticidas, como: efeitos adversos não intencionais em organismos não alvos e o benéficos da biota; efeitos da exposição; que esta ligado com a presença de resíduos de pesticidas em alimentos, água, solo ou ar; a perda de alimentos por conta da ação de organismo danosos, aplicação excessiva ou uso inadequado; degradação de recursos naturais, entre outros (SPADOTTO, 2004; MESSINA, 2003; LEVITAN, 2000). A detecção de pesticidas em ambientes naturais é difícil, pois vários processos dinâmicos estão envolvidos nestes ambientes (diluição, dispersão, decomposição, hidrólise, fotólise) (CALHEIROS, 2018).

### **3.5 Testes de toxicidade**

Os testes de toxicidade são realizados com a finalidade de conhecer e ampliar as informações de passivo ambiental dos toxicantes que são lançados no meio ambiente pelo homem, buscando informar sobre a qualidade da água e suas ameaças para a sobrevivência dos organismos vivos presentes nesses ambientes (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2008).

Em testes laboratoriais, as condições são diferenciadas pela própria manipulação das amostras e pelo controle de variáveis, o que resulta na perda de informações, desencadeando respostas que refletem de maneira limitada á condições ambientais (FOSTNER, 1990).

Afim de avaliar efeitos severos sofridos pelos organismos em um curto período de exposição, em geral fortes e rápidos, existem testes de toxicidade agudos (ARAGÃO; ARAUJO, 2006). Testes de toxicidade aguda são experimentos de baixo custo e curta duração, que proporcionam rápidas

respostas na estimativa dos efeitos tóxicos letais de produtos químicos sobre organismos aquáticos (RUBINGER, 2009), e os testes de toxicidade crônicos, que se caracterizam pela longa duração (utilizam o ciclo de vida inteiro do organismo) e proporcionam a avaliação dos efeitos indiretos do agente como alterações no crescimento, na reprodução e de efeitos subletais, são geralmente avaliados por meio da detecção de alterações crônicas, tais como: mudanças no comportamento (dificuldade de movimentação; aumento na frequência da abertura do opérculo), alterações fisiológicas, bioquímicas e histológicas, alterações no crescimento e reprodução dos organismos (ADAMS, 1995; RUBINGER, 2009). Existem também testes de toxicidade crônicos parciais, onde utilizam apenas uma parte do ciclo de vida dos organismos, sendo de preferência a parte mais sensível, e são realizadas as mesmas avaliações (BURTON & MACPHERSON, 1995).

Os testes acima citados podem ser realizados em laboratório com substâncias químicas ou amostras ambientais e em campo, denominados de testes de toxicidade *in situ*. Estes permitem avaliar as mesmas respostas destes organismos em condições mais próximas ao sistema natural, refletindo as diversas interações dos poluentes. Estas interações sofrem influências das flutuações diárias de temperatura, oxigênio, luminosidade, pH, dentre outras variáveis, resultando nas modificações das condições tóxicas do ambiente (CHAPPIE & BURTON, 2000; RINGWOOD et al., 2002).

Os órgãos responsáveis pelo desenvolvimento de protocolos de testes de toxicidade no Brasil são a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (COSTA, 2003). Utilizar os testes padronizados é vantajoso, pois permite a seleção de um ou mais testes uniformes e úteis para uma variedade de laboratórios, facilitando a comparação dos dados, contribuindo para aumentar a utilização dos dados publicados e permitindo a reprodução dos testes (COSTA, 2003).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Coleta e preparação de sementes

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Oeste do Pará, campus Tapajós, oeste do Estado do Pará. As sementes utilizadas durante o experimento foram obtidas por meio de coleta no município de Belterra, localizado a cerca de 50 km de distancia do município de Santarém, realizada juntamente com a ONG - Brigada de Amigos Defensores da Ecologia e de Recursos Naturais da Amazônia (BADERNA). Após a coleta as sementes foram acondicionadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Crescimento de plantas (LFVCP) da UFOPA, em bandejas plásticas esterilizadas para atingir equilíbrio higroscópico.

Segundo SOKHASANJ & LANG, 1996, o equilíbrio higroscópico é o teor de agua no qual a pressão de vapor da agua no produto é igual à do ar que o envolve. Atingir esse equilíbrio é importante para a preservação das sementes durante o armazenamento.

**Figura 1:** Sementes armazenadas em bandejas plásticas para atingir equilíbrio higroscópico.



Fonte: Autores (2022).

## 4.2 Organismo-teste

A espécie *Swietenia macrophylla* king pertencente à família Meliaceae é uma das espécies com habitat natural na Amazônia. Conhecida popularmente como mogno-brasileiro é bastante explorado devido ser uma das madeiras mais valorizadas do mundo em virtude de sua coloração, durabilidade e facilidade de manusear (SILVA et al., 2006; SOUZA et al., 2010). As Sementes de mogno não apresentam dormência e a germinação é hipógea (CRUZ et al., 2016). No Estado do Pará, na região Oeste, a floração ocorre de março a abril e a dispersão das sementes de outubro a novembro, final da época chuvosa (LIMA-JÚNIOR; GALVÃO, 2005).

*Swietenia macrophylla* king é uma espécie monóica, mas frequentemente dióica, com suas flores funcionalmente masculina ou feminina (PENNINGTON & SARUKHÁN, 1998). O mogno encontrasse na lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, estando na categoria de perigo (BRASIL, 1992). Também entre as espécies amazônicas para conservação, uma vez que está desaparecendo em áreas acessíveis, localizadas principalmente em Rondônia, Tocantins e no Pará (DUBOIS, 1986).

## 4.3 Tratamento das sementes

Todas as sementes obtidas neste estudo foram direcionadas a um processo de assepsia. Onde foi realizada a imersão em etanol 70% por 1 minuto, seguido do enxague em água destilada por 5 minutos, e posterior imersão em hipoclorito de sódio com concentração de 2,5% por 5 minutos e foram novamente enxaguadas em água destilada por 5 minutos. Entre os desinfetantes que podem ser usados para o processo de desinfecção, o etanol e o hipoclorito de sódio possuem grande eficiência na desinfestação de sementes eliminando fungos e bactérias (NASCIMENTO, 2007; OLIVEIRA, 2012). Muitos agentes desinfetantes podem ser utilizados durante esse processo, o tempo de exposição das sementes e sua concentração são fatores importantes, podendo ocorrer variações de acordo com a espécie vegetal (MONTARROYOS, 2000).

#### 4.4 Soluções dos pesticidas e aplicação

Duas formulações comerciais de pesticidas foram utilizadas para esse estudo sendo elas, 2,4 – D e atrazina. Para determinação de alguns dos pesticidas foi utilizado informações da literatura. A atrazina e o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), estão entre os agrotóxicos utilizados frequentemente no Brasil (PIGNATTI, 2017; IBAMA, 2018; DE MORAES, 2019). Para o teste de germinação e crescimento inicial das plântulas foi estabelecidas diferentes dosagens: controle, 1/2 da concentração recomendada, concentração de campo recomendada, duas vezes a concentração recomendada e quatro vezes a concentração recomendada. O estabelecimento das concentrações considerou o cálculo baseado na concentração média indicada pelo fabricante estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020) proporcional a uma área de 1200 cm<sup>2</sup>, correspondente às medidas do papel germitest.

As aplicações foram realizadas em ambiente controlado para evitar efeito de deriva. A pulverização foi realizada utilizando um borrifador manual de pressão acumulada para garrafa pet – DUCAMPO com as seguintes especificações, altura do pulverizador manual x largura do pulverizador manual x comprimento do pulverizador manual: 28.5 cm x 3.5 cm x 30 cm, com pressão máxima de 3 bar.

**Figura 2:** Preparação das dosagens dos agrotóxicos.



Fonte: Autores (2022).

**Figura 3:** Modelo do borrifador utilizado no experimento.



Fonte: Imagem da internet.

#### **4.5 Condução de experimentos**

As atividades foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal e Crescimento de Plantas (LFVCP) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) localizado no campus Tapajós. O experimento foi conduzido em ambiente controlado, sendo ele uma sala de germinação dentro do laboratório onde estão disponíveis prateleiras para alocação das amostras. A temperatura mantida foi de 30°C conforme as recomendações de Brancalion (2010) para testes de germinação em espécies do bioma Amazônia. O fotoperíodo ocorreu em uma proporção 16/8 claro/escuro e a umidade mantida em 60% ao longo do experimento. Fotografias foram realizadas durante o experimento, usadas para realizar a montagem de esquemas que mostrem os efeitos das plântulas sob a exposição aos pesticidas. O experimento teve início no dia 20/10, no dia 20/11 houve aplicação dos pesticidas nas plântulas e no dia 15/12 com 25 dias desmontamos o experimento.

**Figura 4:** Prateleiras usadas para alocação das amostras durante todo o experimento.



Fonte: Autores (2022).

#### 4.5.1 Teste com as plântulas

O experimento com plântulas foi realizado em recipientes com capacidade de 3,5 L, onde foi plantado 20 sementes, utilizando um substrato composto por uma mistura na proporção de 1:1 (v/v) de solo comercial e areia lavada. Após a germinação das sementes aguardamos um período 30 dias de crescimento das plântulas para iniciar a aplicação das concentrações

calculadas. Com delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 repetições para cada tratamento.

**Figura 5:** Recipiente com substrato antes do plantio das sementes.



Fonte: Autores (2022).

**Figura 6:** Plântulas após 30 dias de crescimento.



Fonte: Autores (2022).

#### 4.5.2 Morfometria das sementes

Os dados morfométricos das sementes são os valores de sua largura, espessura e comprimento, em nosso estudo as sementes foram medidas em milímetros, não houve aplicação de pesticidas nessas sementes, apenas realizamos a morfometria delas antes de realizar o experimento.

#### 4.5.3 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

A contagem do número de plântulas emersas efetuado diariamente até a estabilização. O índice de velocidade de emergência é obtido através da soma do número de sementes germinadas a cada dia, divididas pelo respectivo número de dias transcorridos desde a semeadura (NAKAGAWA, 1999).

As fórmulas usadas para cálculo do IVE foram propostas por Maguire (1962),  $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ , em que: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas na contagens; N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª... 10ª.

#### 4.5.4 Diâmetro do coleto e comprimento do caule

Com auxílio de um paquímetro digital medimos o diâmetro do coleto que é a região de transição entre raiz e caule, e o caule que é o corpo do vegetal que conecta as raízes até as folhas e garante a sustentação da planta.

#### 4.5.5 Massa seca da raiz e parte aérea

A massa seca é obtida após secagem em estufa, até atingir o peso constante e em seguida, é realizada a pesagem em uma balança de precisão e assim é obtido um valor. Para o experimento separamos a raiz da parte aérea e realizamos o processo em ambas as partes.

Para os dados de Diâmetro do coleto e comprimento do caule e massa seca da raiz e parte aérea foi utilizado o teste de Dunnett, que foi apresentado em 1955, é um teste de comparações múltiplas em que se confrontam as médias de r tratamentos em teste com a média de um tratamento controle ou testemunha. Ele tem a propriedade de controlar simultaneamente a taxa de erro tipo I por experimento num valor específico  $\alpha$  (Y. Hochberg & A.C. Tamhane, 1987). A estatística deste teste também é utilizada para determinar

os intervalos de confiança dos verdadeiros valores das diferenças entre a média de cada um dos tratamentos em teste e o tratamento controle, com um valor  $1 - \alpha$  de coeficiente de confiança conjunta (S.C. BROCH e D.F. FERREIRA, 2013). O teste de Dunnett pode ser realizado em situações de experimentos balanceados, em que todos os tratamentos têm o mesmo número de repetições ou em que todos os tratamentos em teste têm o mesmo número de repetições mesmo que diferente das repetições do tratamento controle, e não balanceados, em que os tratamentos têm diferentes números de repetições (S.C. BROCH e D.F. FERREIRA, 2013).

#### 4.5.6 Curva dose resposta

Segundo De Lean et al. (1978), a curva dose-resposta é uma representação gráfica da expressão matemática da relação entre a dose de um princípio e o seu efeito desejado, na maioria dos casos, a curva dose-resposta segue um padrão sigmóide, ou em forma de S. Já o valor de EC50 de uma curva de dose-resposta representa a concentração do composto para qual 50% dos efeitos sobre a população é observado.

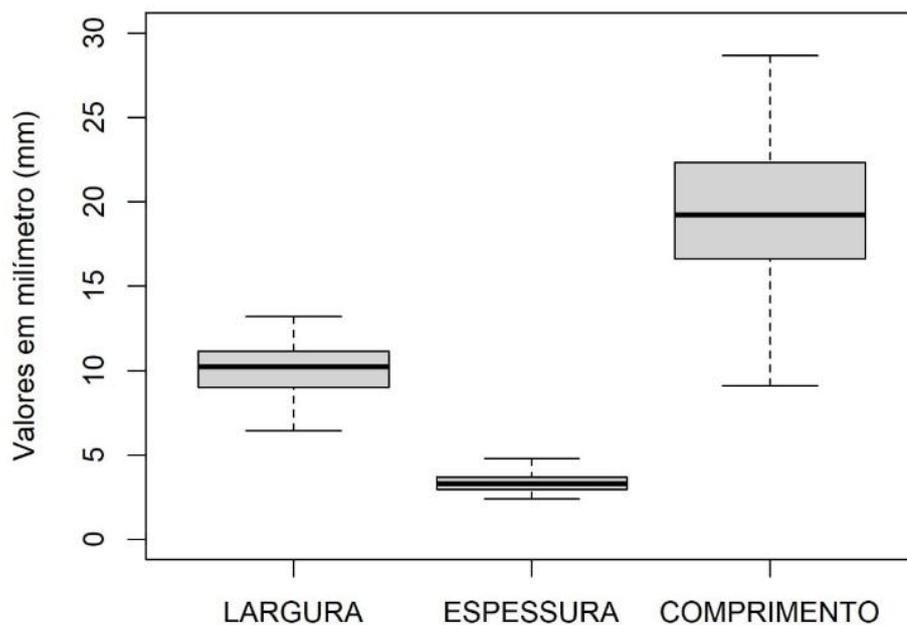
#### 4.5.7 Desenvolvimento da espécie

Com a finalidade de observar de maneira mais clara o desenvolvimento da espécie foi montado um esquema de fotos para realizar a comparação do tratamento controle com os demais tratamentos.

## 5 Resultados

### 5.1 Morfometria das sementes

Gráfico 1: Resultado de morfometria das sementes.

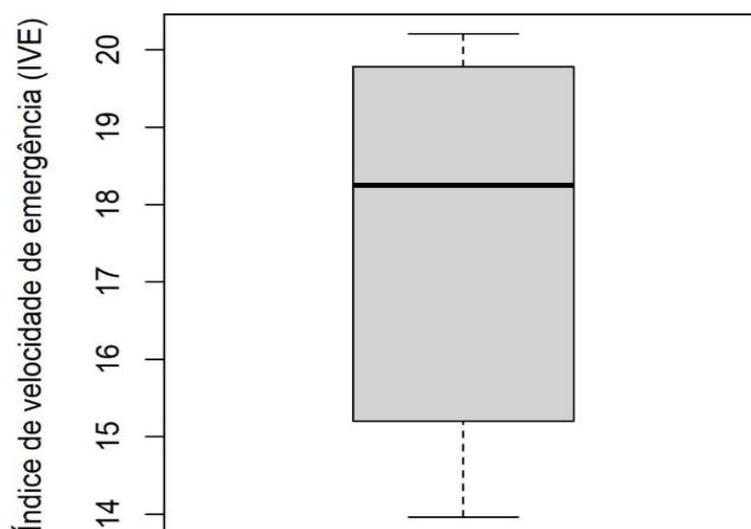


Fonte: Autores (2022).

De acordo com os dados morfométricos das sementes observamos variações no comprimento variando de 9,11 mm a 31,45 mm, com sua média indo de  $19,42 \pm 4,17$ mm, a largura variou entre 7,03 mm a 13,21 mm, com sua média de  $9,74 \pm 2,31$ mm, e na espessura houve variações de 1,18 mm a 5,12 mm e média ficou entre  $3,36 \pm 0,65$ mm (Gráfico 1).

### 5.2 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Gráfico 2: Resultado do índice de velocidade de emergência



Fonte: Autores (2022).

Após a montagem do experimento, observamos diariamente a emergência das plântulas. Após a constatação da emergência das plântulas, foi contado diariamente o número de sementes que emergiam, a contagem durou 10 dias. O valor do índice de velocidade de emergência obteve a média de aproximadamente 18,5.

### 5.3 Diâmetro do coleto e comprimento do caule

**Tabela 1:** Tabela explicativa da concentração do toxicante e os volumes correspondentes pipetado da concentração estoque em  $\mu\text{l}$ .

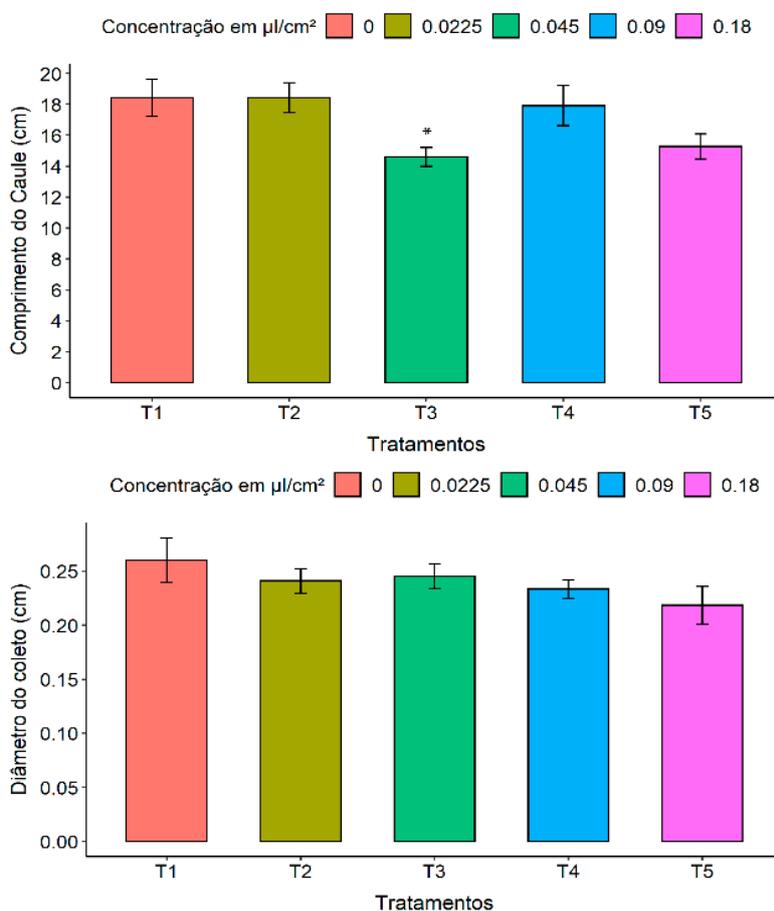
2,4-D		Atrazina	
0.0075 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	9 $\mu\text{l}$	0.0225 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	27 $\mu\text{l}$
0.015 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	18 $\mu\text{l}$	0.045 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	54 $\mu\text{l}$
0.03 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	36 $\mu\text{l}$	0.09 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	108 $\mu\text{l}$
0.06 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	72 $\mu\text{l}$	0.18 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	216 $\mu\text{l}$

Fonte: Autores (2022).

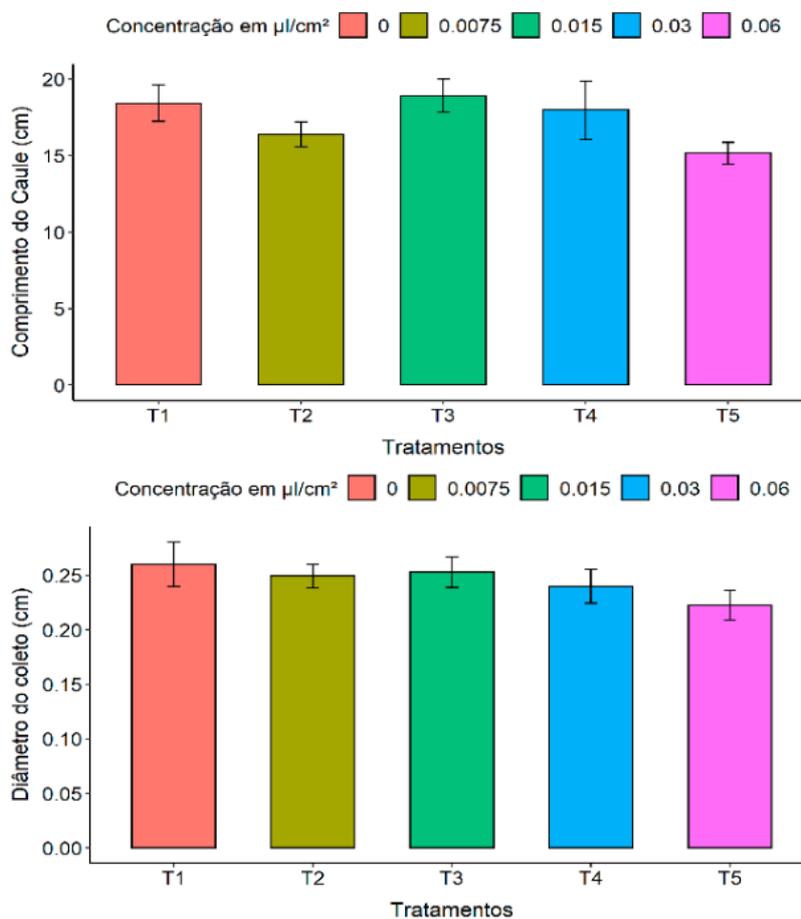
Para que ocorra um melhor entendimento de dados dos testes de Dunnett a 5%, a tabela mostra o valor em microlitros utilizado para montar as soluções, uma vez que os gráficos apresentados a seguir estão baseadas na área de aplicação que foi de 1200 cm<sup>2</sup>.

**Figura 3:** Teste de Dunnett a 5% dos efeitos dos pesticidas 2,4-D e sobre variáveis, sendo elas: comprimento do caule e diâmetro do coleto, as barras representam a comparação entre o tratamento controle com as demais doses de concentração usadas no experimento.

### Atrazina:



Fonte: Autores (2022).

**2,4-D:**

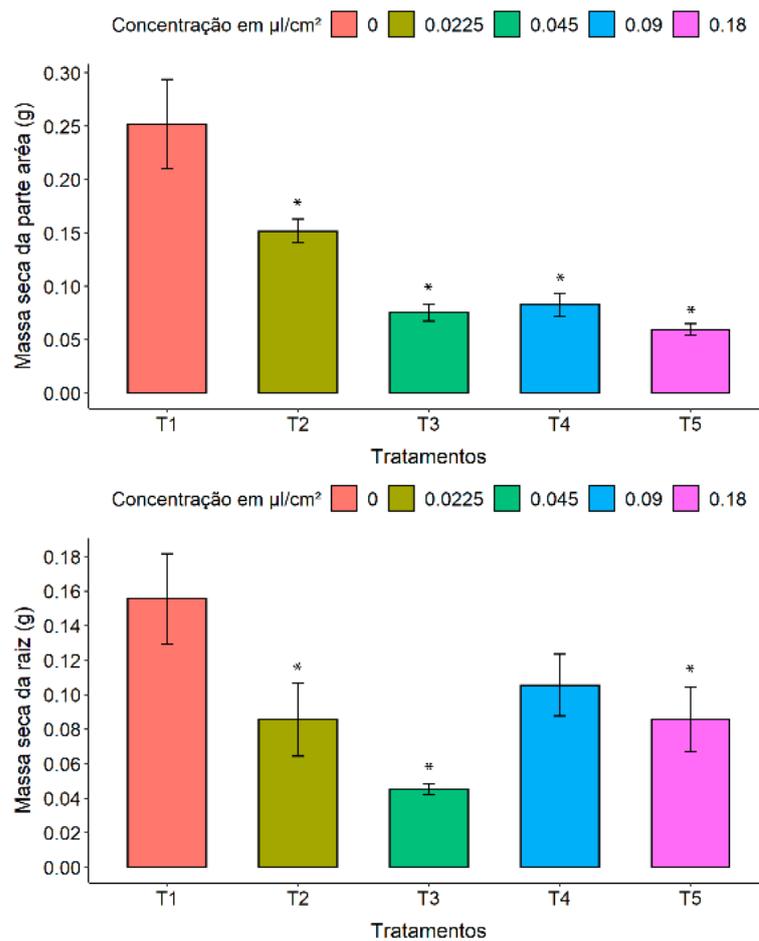
Fonte: Autores (2022).

Resultados dos marcadores de efeito utilizando teste de Dunnet a 5%, os gráficos estão indicando os dados do comprimento do caule e diâmetro do coleto, ambos medidos em centímetros. Cada cor representa um tratamento, respectivamente temos o T1- tratamento controle, não houve aplicação de agrotóxicos, T2- houve a aplicação de metade da dose recomendada pelo fabricante, T3- houve aplicação da dose recomendada pelo fabricante, T4- houve aplicação do dobro da dose recomendada e T5- houve aplicação de 4 vezes a dose recomendada pelo fabricante. O (\*) indica uma diferença significativa em comparação ao controle, apenas o tratamento 3 do comprimento do caule com o agrotóxico Atrazina apresentou uma diferença.

## 5.4 Massa seca da raiz e arte aérea

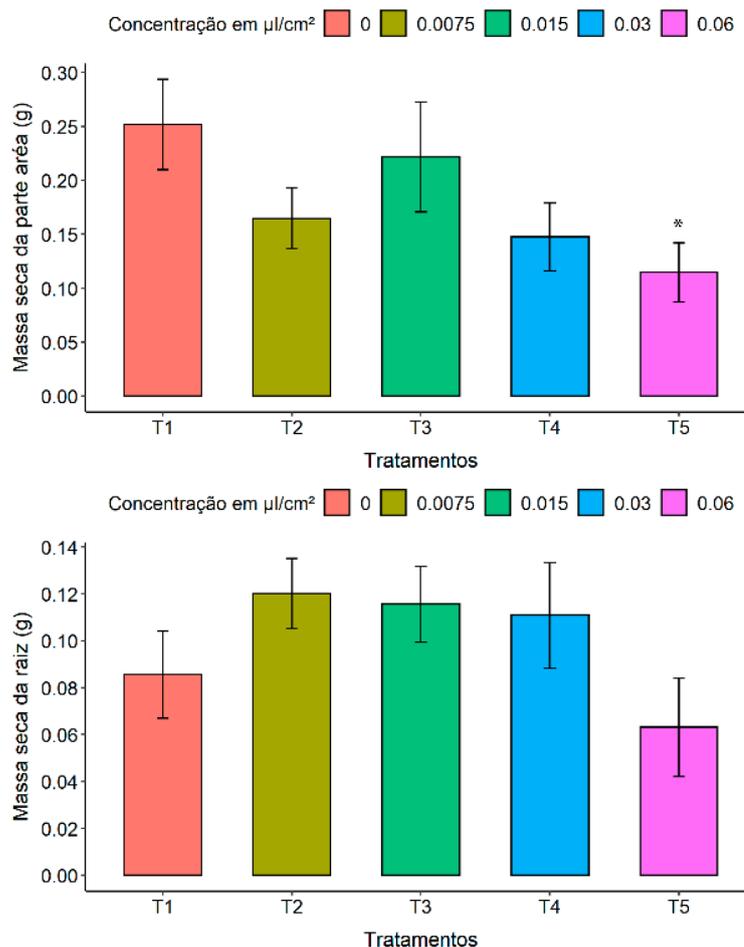
**Figura 4:** Teste de Dunnett a 5% dos efeitos dos pesticidas 2,4-D e atrazina sobre variáveis, sendo elas: massa seca da raiz e massa seca da parte aérea as barras representam a comparação entre o tratamento controle com as demais doses de concentração usadas no experimento.

### Atrazina:



Fonte: Autores (2022).

## 2,4-D:

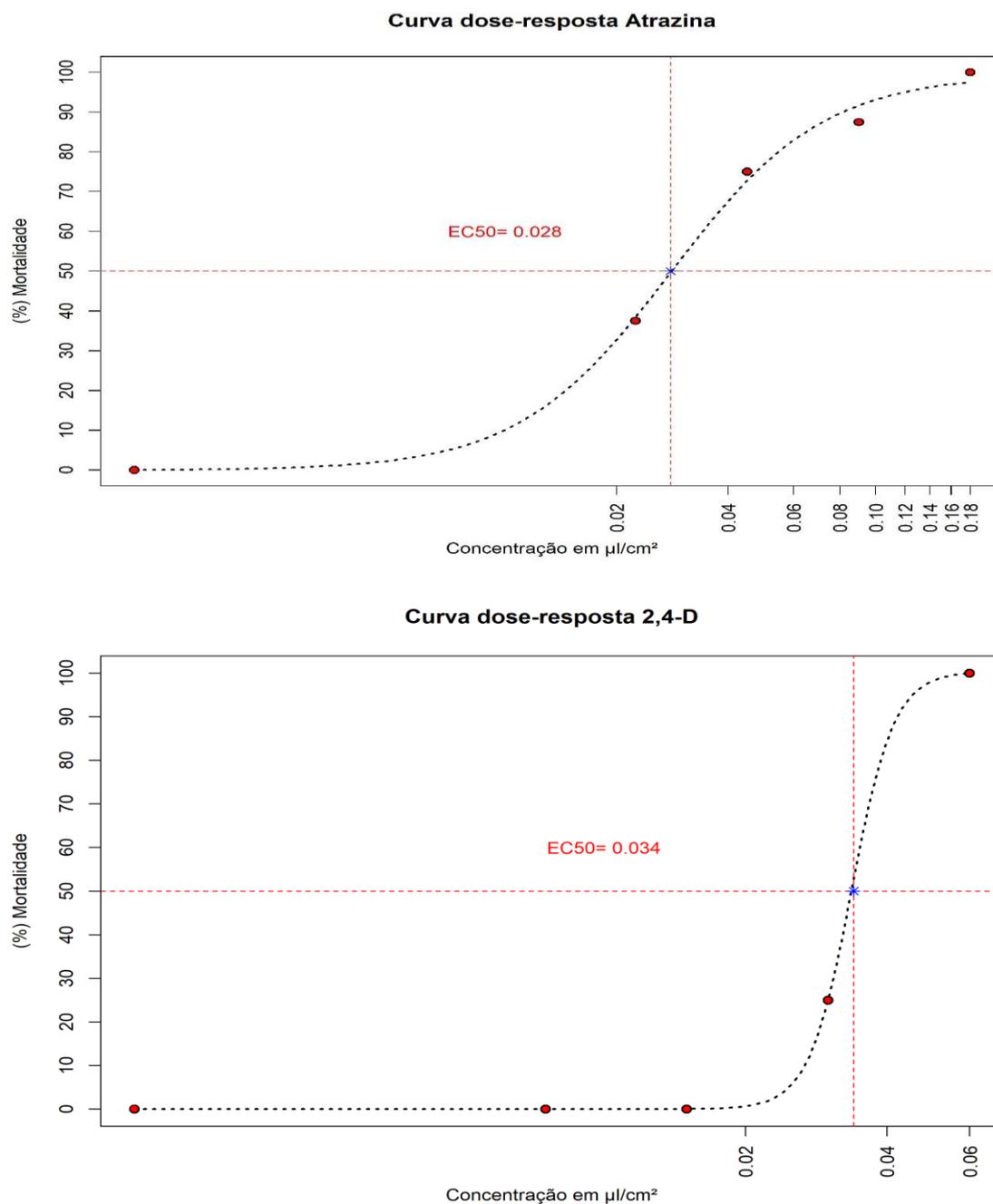


Fonte: Autores (2022).

Resultados dos marcadores de efeito utilizando teste de Dunnet a 5%, os gráficos estão indicando os dados de massa seca da raiz e da parte aérea, ambos medidos em gramas. Cada cor representa um tratamento, respectivamente temos o T1- tratamento controle, não houve aplicação de agrotóxicos, T2- houve a aplicação de metade da dose recomendada pelo fabricante, T3- houve aplicação da dose recomendada pelo fabricante, T4- houve aplicação do dobro da dose recomendada e T5- houve aplicação de 4 vezes a dose recomendada pelo fabricante. O (\*) indica uma diferença significativa em comparação ao controle, com o uso da Atrazina todos os tratamentos, exceto o tratamento 4 do gráfico de massa seca da raiz apresentaram diferença significativa. Com o uso do 24-D apenas o tratamento 5 da massa seca da parte aérea apresentou diferença significativa.

## 5.5 Curva dose resposta

Gráfico 5: Curva dose-resposta e valor de EC50.

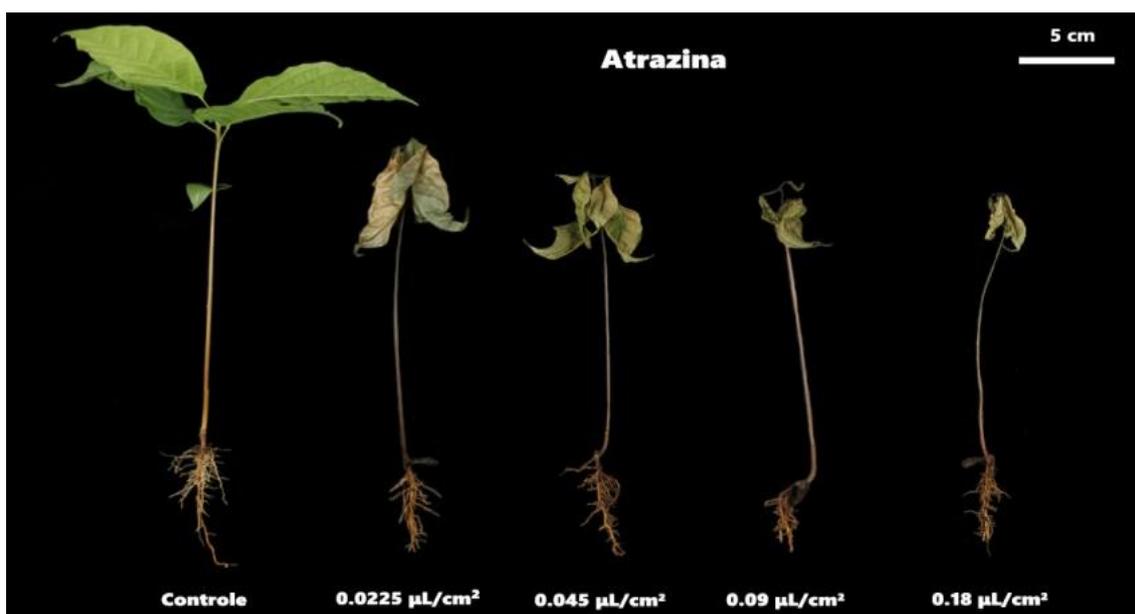


Fonte: Autores (2022).

Nos resultados da curva dose-resposta observamos a porcentagem de mortalidade de acordo com a concentração dos agrotóxicos utilizada. Com o uso da atrazina nota-se que a partir de sua aplicação a curva começa a apresentar resultados, onde o valor de  $EC_{50} = 0.028$ , diferente da curva dose-resposta do 2,4-D que começou a apresentar resultados após a concentração de 0.02 e teve o valor de  $EC_{50} = 0.034$ . Porém, a mortalidade total da população com 2,4-D correu com a dose de 0.06, enquanto a de atrazina ocorreu somente com a dose 0.18.

### 5.6 Esquema de desenvolvimento da espécie

**Figura 7:** Esquemas do desenvolvimento da espécie *swietenia macrophylla* comparando o controle ao tratamento com o uso de agrotóxicos.



Fonte: Autores (2022).



Fonte: Autores (2022).

Esquema de fotos do desenvolvimento da espécie comparando o tratamento controle com os demais tratamentos, temos respectivamente, o T1- tratamento controle, onde não houve aplicação de agrotóxicos, T2- onde houve a aplicação de metade da dose recomendada pelo fabricante, T3- onde houve aplicação da dose recomendada pelo fabricante, T4- onde houve aplicação do dobro da dose recomendada e T5- onde houve aplicação de 4 vezes a dose recomendada pelo fabricante.

## 6 CONCLUSÃO

De modo geral, observamos que o pesticida atrazina ele apresentou uma maior influência comparada ao pesticida 2,4-D no desenvolvimento inicial da espécie *swietenia macrophylla king*. Com o experimento observamos mudanças na morfologia, onde causaram necrose em algumas plântulas e inibiram o seu crescimento.

Apesar de apresentarem resultados significativos em um curto período de tempo, é necessário que sejam realizados mais testes ecotoxicológicos em um maior espaço de tempo para que haja uma melhor avaliação dos danos causados por agrotóxicos no crescimento e reprodução na espécie *swietenia macrophylla king* (mogno brasileiro).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAWS, W.J.(1995) **Aquatic Toxicology Testing Methods**. IN: HOFFMAN, D.J., RATTNER, B.A., BURTON Jr., G.A. & CAIRNS Jr., J. (eds). Handbook of Ecotoxicology. Boca Raton, Lewis Publishers.

ANVISA. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 25 Dez 2021.

ARAGÃO, M. A. e ARAÚJO, R.P.A. 2006. **Métodos de Ensaio de Toxicidade com Organismos Aquáticos**. Cap. 6, p: 117 – 152. 2006. In: ZAGATO, P.A. e BERTOLETTI, E. 2006. Ecotoxicologia aquática – princípios e aplicações. ZAGATO e BERTOLETTI (org.) São Carlos: Rima; 2006.

ARYA, N. **Pesticides and Human Health: Why Public Health Officials Should support a Ban on Non-essential Residential Use**. Canadian Journal for Clinicians, p. 89-92, 2005.

BOLESI, C., & MERLO, F. **Pesticides: Human health effects**. *Encyclopedia of Environmental Health*, pp. 438-453, 2019.

BLAIR, A. et al. **Pesticides and human health**. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 72, n. 2, p. 81-82, 2014.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 dez. 2014. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria\\_mma\\_443\\_2014.pdf](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf). Acesso em: 26 dez 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais, de 17 de janeiro de 2013**. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

BRASIL. Portaria nº. 06-N, de 15 de janeiro de 1992. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília, 23 jan. 1992. p. 870-872.

CALHEIROS, D. F.; PIGNATI, W. A., PINHO, A. P.; SOUZA E LIMA, F. A. N.; SANTOS, J.; PINHO, J. S.; ROSA, E. R. **Relatório Técnico, Projeto: Promoção da Agroecologia e Avaliação da Contaminação por Agrotóxicos em Áreas de Proteção Ambiental na Bacia do Alto Paraguai–APA Estadual Nascentes do Rio Paraguai–Ministério da Educação,**

Universidade Federal de Mato Grosso -Instituto de Saúde Coletiva/Departamento de Saúde Coletiva Núcleo de Estudos Ambientais e Saúde do Trabalhador, 2018. Disponível em: <http://ecoa.org.br/wp-content/uploads/2018/05/988025221b5fb8dd47b50334964de19e.pdf>. Acesso: 02/01/2022.

CARVALHO, P. E. R. **Mogno – Swietenia macrophylla**. Colombo: Embrapa, 2007. 12p. (Circular técnico, 140).

CHAPPIE & BURTON Jr., G.A. (2000) **Applications of aquatic and seiment toxicity testing in situ**. Journal of Soil Contamination. 9: 1-27.

Chowdhury, Ashim, Saswati Pradhan, Monidipta Saha & Nilanjan Sanyal (2008), '**Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies**', *Indian Journal of Microbiology* 48(1), 114–127. URL: <https://doi.org/10.1007/s12088-008-0011-8>.

CNCFLORA - **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Cedrela fissilis na Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012. Disponível em: <[cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela%20fissilis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela%20fissilis)>. Acesso em: 27 dez. 2021

COSTA, J. R.; MORAIS, R. R.; CAMPOS, L. S. **Cultivo e manejo do mogno (Swietenia macrophylla King)**. Manaus: Embrapa Amazônica Ocidental, 2013. 36 p. (Documentos, 114).

DUBOIS, J. **Recursos genéticos florestais: espécies nativas da Amazônia**. Boletim FBCN, Rio de Janeiro, v. 21, p. 45-71, 1986.

FONSECA, Juliana Couto Margarido et al. **Desinfestação e germinação in vitro de sementes de mogno (Swietenia macrophylla King)**. Revista Árvore, v. 28, n. 5, p. 633-642, 2004.

FROTA, E. B. e VASCONCELOS, N. M. S. **Química Ambiental**. Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE. Pág.: 200; 201; 202. – 2019.

GOULET, E.; RUEDA, A.; SHELTON, A. **Management of the mahogany shoot borer, Hypsipyla grandella (Zeller) (Lepidoptera:Pyralidae), through weed management and insecticidal sprays in 1- and 2- year-old Swietenia humilis Zucc. plantations**. Crop Protection, v.24, p.821-828, 2005.

GOUVÊA, C. F. **Estudo do desenvolvimento floral em espécies arbóreas da família Meliaceae**. 2005. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências: Biologia na

Agricultura e no Meio Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GROGAN, J; BARRETO, P; VERISSIMO, A. **Mogno na Amazônia brasileira: ecologia e perspectivas Manejo**. Belém: Imazon, 2002. 56p.

GROGAN, J. E. **Bigleaf mahogany (Swietenia macrophylla King) in southeast Para, Brazil: a life history study with management guidelines for sustained production from natural forests**. 2001. 442 f. Tese - Yale University School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, CT, USA.

JANKOWSKA, M., LOZOWICKA, B., KACZYNSKI, P. **Comprehensive toxicological study over 160 processing factors of pesticides in selected fruit and vegetables after water, mechanical and thermal processing treatments and their application to human health risk assessment. Science of the total environment**. 652, 1156-1167, 2019.

J.C. Hsu. **“Multiple Comparisons – Theory and methods”**, Chapman & Hall, USA, (1999).

**Lei nº 7.802**, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. In: Legislação federal de agrotóxicos e afins. Brasília (DF): Ministério da Agricultura e do Abastecimento; 1998. p. 7-13.

LEMOS FILHO, J. P.; DUARTE, R. J. **Germinação e longevidade das sementes de mogno (Swietenia macrophylla King – Meliaceae)**. Revista *Árvore*, v. 25, n. 1, p. 125 – 130. 2001.

LIMA JÚNIOR, M. de J. V.; GALVÃO, M. S. **Mogno Swietenia macrophylla King**. Informativo Técnico da Rede de Sementes da Amazônia, n. 8, 2p. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. ed. 4, v. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LUGO, A. E. 1999. **Point-counterpoints on the conservation of big-leaf mahogany**. USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. General Technical Report WO-64, 21 pp

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARTINEZ, M. BLUNDELL, A. G.; GULLISON, R. E.; GROGAN, J. **Historic range and current status of bigleaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in South America.** Washington: Report of the Center for Applied Biodiversity Science – Conservation International. 48 p. 2008.

MILHOME, M. A. L. **Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE.** Eng. Sanit. Ambient. 14, n. 3, p.363-372, set. 2009.

MORAN, Emilio Frederico. **Meio ambiente & florestas.** São Paulo: Senac, 2017.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas.** In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina, PR: ABRATES, 1999.

OHASHI, O., et al. **Manejo Integrado da broca do mogno *Hypsipyla grandella* Zeller (Lep. Pyralidae).** Belém, Convênio Embrapa/FCAP com apoio do FUNTEC/SECTAM e do BASA, 2008, 33p.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Assessment of exposure to indoor air pollutants.** 2018. Disponível em: [app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22979/LEANDRO%20LOPES%20DA%20SILVA%20GALDIANO%20DISSERTAÇÃO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22979/LEANDRO%20LOPES%20DA%20SILVA%20GALDIANO%20DISSERTAÇÃO.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em 15: Jan 2022.

PENNINGTON, T. D. **Meliaceae.** New York: New York Botanical Garden, 1981. 470p. (Flora Neotropica. Monograph, 28).

PENNINGTON, T. D.; SARUKHÁN, J. **Árboles Tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies.** 2. ed. México: Universidade Nacional Autónoma de México: Fonde de Cultura Económica, 1998. 521 p.

PINHEIRO A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos africanos (*Khaya* spp.).** 1. ed. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. 102 p.

Rebelo, Rafaela Maciel & Eloisa Dutra Caldas (2014), **'Environmental Risk assessment affected by pesticide use'**, Química Nova . URL: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0100-4042.20140165>.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. **O Cultivo do Mogno africano (Khaya spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil.** Floresta e Ambiente, v. 24. 2017.

RODAN, B., A. Newton & A. Veríssimo. 1992. **Mahogany conservation: status and policy initiatives.** Environmental Conservation 19: 331-342.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. **Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro.** Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v. 5, p. 27-46, 2012.

RUBINGER, C. F.. **Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. **Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (Swietenia macrophylla King).** Acta Amazonica, v. 38, n. 3, p. 453-458, 2008.

Sánchez-Osorio, José Luis, José Vinicio Macías-Zamora, Nancy Ramírez-Álvarez & Terry F. Bidleman (2017), **'Organochlorine pesticides in residential soils and sediments within two main agricultural areas of northwest Mexico: Concentrations, enantiomer compositions and potential sources'**, *Chemosphere* **173**, 275–287. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653517300103>.

SILVA, M. C. A.; ROSA, L. S.; VIEIRA, T. A. **Eficiência do nim (Azadirachta indica A. Juss) como barreira natural ao ataque de Hypsipyla grandella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre o mogno (Swietenia macrophylla King).** Acta Amazonica, v. 43, n. 1, p. 19-24, 2013.

S.C. BROCH e D.F. FERREIRA. **“Algoritmo Utilizando Quadraturas Gaussianas para a Obtenção das Probabilidades do Teste Bilateral de Dunnett para Dados Balanceados”.** Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional – 2013.

SNOOK, L. K. 1996. **Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (Swietenia macrophylla King): grounds for listing a major tropical timber species in Cites.** Botanical Journal of the Linnean Society 122: 35-46.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014.

SUDAM - **Departamento de Recursos Naturais - Centro de Tecnologia Madeireira. Pesquisa e informacoes sobre especies florestais da Amazônia**. Belém: SUDAM. 1979. 111p.

TERRA, F. H. B.; PELAEZ, V. **A história da indústria de agrotóxicos no Brasil: das primeiras fábricas na década de 1940 aos anos 2000**. In: Simpósio de Pós- Graduação em História Econômica/IV Congresso de Pós-Graduação em História Econômica/IV Encontro de Pós-Graduação em História Econômica/II Conferência Internacional de História Econômica. 2008.

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. **Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Acta Amazonica, v. 39, n. 2, p. 289-294, 2009.

VERÍSSIMO, A., P. Barreto, R. Tarifa & C. Uhl. 1995. **Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany**. Forest Ecology and Management 72: 39-60.

VILELA, E. S.; STEHLING, E. C. **Recomendações de plantio para cedro australiano: mudas clonais**. Versão mudas clonais 3.0. 20 p. 2015. Disponível em: <<https://belavistaflorestal.com.br/>>. Acesso: 22/01/2022.

YARED, J.A.G.; KANASHIRO, M.; CONCEICAO, G.L. **Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no planalto do Tapajós-Pará**. Belém: EMBRAPACPATU, 1988. 29 p.

Y. Hochberg & A.C. Tamhane. **“Multiple Comparisons Procedures”**, John Wiley & Sons, Canad´a, (1987).

ZAGATTO, Pedro A.; BERTOLLETI, Eduardo. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações**. Edição 2, São Carlos: Rima, 486 p., 2008.