

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

MÁRCIA CUNEGUNDES DA SILVA

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *Tectona grandis* L.F. SOBRE A
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA ALFACE
(*Lactuca sativa* L.F.)**

**RECIFE-PE
2018**

MÁRCIA CUNEGUNDES DA SILVA

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *Tectona grandis* L.F. SOBRE A
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA ALFACE
(*Lactuca sativa* L.F.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Tarcísio Viana de Lima
Coorientadora: Esp. Emmanoella Costa Guaraná Araujo

**RECIFE-PE
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586e Silva, Márcia Cunegundes da.
Efeitos alelopáticos de *Tectona grandis* L.F. sobre a
germinação e desenvolvimento inicial da alface (*Lactuca
sativa* L. F.) / Márcia Cunegundes da Silva. – Recife, 2018.
34 f. : il.

Orientador(a): Tarcísio Viana de Lima.
Coorientador(a): Emmanoella Costa Guaraná Araujo.
Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife, 2018.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Teca 2. Alelopatia 3. Testes de germinação I. Lima,
Tarcísio Viana de, orient. II. Araujo, Emmanoella Costa de,
coorient. III. Título

CDD 634.9

MÁRCIA CUNEGUNDES DA SILVA

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *Tectona grandis* L.F. SOBRE A
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA ALFACE
(*Lactuca sativa* L.F.)**

Aprovado em: 20 de Agosto de 2018

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Everson Batista de Oliveira
Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas

Doutorando César Henrique Alves Borges

Prof. Dr. Tarcísio Viana de Lima
Orientador - Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE-PE
2018**

DEDICO

Aos meus pais Antônio Alves da Silva (in memoriam) e Aleide Maria Cunegundes da Silva, aos meus irmãos Marcelino e Adilene, a minha filha tão amada e querida Alessandra e aos meus sobrinhos pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem sua ajuda, a sua direção e o seu agir, não teria capacidade para estar aqui, por se fazer presente em todos os momentos, por me ter dotada de saúde, sabedoria e disposição pra alcançar mais uma vitória em minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e aos mestres do Departamento de Ciência Florestal pelos grandes ensinamentos transmitidos ao longo do tempo, que levarei por toda minha carreira profissional.

Aos meus pais, Antônio Alves (in memória) e Aleide Maria Cunegundes, que com toda humildade e simplicidade ensinou-me a ser uma pessoa decente, a respeitar e buscar meus sonhos de forma honesta ainda que seja com muito trabalho, mas sem nunca passar por cima de ninguém.

A minha filha, Alessandra que é minha verdadeira fonte de inspiração e fonte inesgotável de superação, minha guerreira.

Aos meus queridos irmãos, Marcelino e Adilene, meus sobrinhos Kamilla, Mayara e Maycon por estarem ao meu lado todo esse tempo me dando força, apoio e confiança.

A minha coorientadora, Emmanoella Guaraná, que sempre esteve disponível durante a construção deste Trabalho de Conclusão de Curso, agradeço pela presteza nas informações e amizade que sempre me atendeu.

Ao meu orientador Professor Tarcísio Viana, pela orientação e ensinamentos concedidos neste trabalho, para que o mesmo se concretizasse.

Aos componentes da banca examinadora, pelas recomendações fornecidas para o complemento e melhoria deste trabalho.

Ao Wagner Nóbrega, pessoa especial na minha vida, obrigada pelo companheirismo, incentivo e compreensão.

Aos meus amigos de turma, em particular Irismar Farias, Renata Gabriela, Luciana Cassimiro e Victor Hugo, que ao longo desses pouco mais de cinco anos, me apoiaram de forma direta ou indiretamente contribuíram para que essa conquista se realizasse, acreditando na minha capacidade.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Tectona grandis* L.F. em várias concentrações produzidos a partir de folhas e flores. Foram utilizadas as sementes de *Lactuca sativa* alface, tendo como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada, e os extratos aquosos em concentrações de 100%, 75%, 50%, 25% e como controle (água destilada). Os extratos foram depositados de maneira homogênea sobre vinte e cinco sementes distribuídas uniformemente em caixas gerbox. Os materiais utilizados no experimento foram previamente esterilizados com álcool 70%. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições e o experimento foi conduzido sob condições naturais de temperatura e umidade, sendo os testes realizados no Laboratório de Sementes Florestais (Lasf), experimento foi acompanhado por 10 dias sempre no mesmo horário e as variáveis analisadas foram %G, IVG, TM e VM. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e comparados pelo teste Tukey com probabilidade de 5% de erro. Observou-se que não houve diferenças significativas nos extratos de folha e flores no que diz respeito %G, TM e VM, no entanto, no IVG extrato aquoso de folha interferiu significativamente nas maiores concentrações (75% e 100%). Foi possível concluir que a espécie possui potencial alelopático no IVG, enquanto os extratos de flores mostra que na VM as concentrações 25% e 100% divergiram estatisticamente.

Palavras-chave: teca, alelopatia, testes de germinação.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the allelopathic effects of aqueous extracts of *Tectona grandis* L.F. in various concentrations produced from leaves and flowers. The seeds of *Lactuca sativa* lettuce were used, with the germitest paper moistened with distilled water and the aqueous extracts in concentrations of 100%, 75%, 50%, 25% and as a control (0% distilled water). The extracts were homogeneously deposited on twenty-five seeds evenly distributed in gerbox boxes. The materials used in the experiment were previously sterilized with 70% alcohol. A completely randomized design with four replicates was used and the experiment was carried out under natural conditions of temperature and humidity, and the tests were carried out in the Laboratory of Forest Seeds (Lasf), the experiment was followed for 10 days at the same time and the variables analyzed were %G, IVG, TM and VM. The data were submitted to Analysis of Variance and compared by Tukey test with probability of 5% error. It was observed that there were no significant differences in leaf extracts and flowers with respect to %G, TM and MV, however, in IVG aqueous leaf extract significantly interfered in the highest concentrations (75% and 100%). It was possible to conclude that the species has an allelopathic potential in the IVG, while the flower extracts show that on VM the concentrations 25% and 100% differed statistically.

Keywords: teak, allelopathy, germination tests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Árvore Teca.....	20
Figura 02	Extratos aquosos de partes de teca: A- Folhas; B- Flores.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média (dia^{-1}) de germinação das sementes de Alface <i>Lactuca sativa</i> L. submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de <i>Tectona grandis</i> L. F.....	24
Tabela 02	Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média (dia^{-1}) de germinação das sementes de Alface <i>Lactuca sativa</i> L. submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de flores de <i>Tectona grandis</i> L. F.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%G	Porcentagem de Germinação
Anova	Análise de Variância
DCFL	Departamento de Ciência Florestal
IVG	Índice de Velocidade de Germinação
Lasf	Laboratório de Sementes Florestais
TM	Tempo Médio de Germinação
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UR	Umidade Relativa
VM	Velocidade Média de Germinação

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 ALELOPATIA.....	16
3.2 DESCRIÇÕES DAS ESPÉCIES	18
3.2.1 Teca (<i>Tectona grandis</i> L.F.).....	18
3.2.2 Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.F.)	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Caracterização da área de coleta	Erro! Indicador não definido.
4.2 VARIÁVEIS ANALISADAS	22
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 EXTRATOS AQUOSOS DE FOLHAS	24
5.2 EXTRATOS AQUOSOS DE FLORES	25
6. CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	28
APÊNDICES	32

1. INTRODUÇÃO

Os plantios florestais fornecem matéria-prima para diversos segmentos da indústria e para o uso doméstico, desempenhando importante papel socioambiental na preservação das florestas nativas. Espécies de rápido crescimento permitem que o mercado de produtos florestais madeireiros e não madeireiros se torne competitivo, mitigando impactos causados ao meio ambiente.

Apesar de contribuir com a redução do desmatamento, as florestas plantadas aparecem, na maioria das vezes, como plantios puros ou monocultivos, que não favorecem a biodiversidade e contribuem para o empobrecimento dos solos, sobretudo pela exportação dos nutrientes no pós colheita. Assim surge a necessidade de sistemas de produção de base ecológica sustentável (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

A teca é cultivada desde do século XVIII, com objetivo de reduzir o desmatamento de florestas nativas, devido a exploração ilegal da madeira pelos britânicos para construção de barcos. O seu plantio iniciou-se em alguns países da Ásia Tropical, e foi expandindo-se para zonas tropicais, inclusive no Brasil, onde os plantios além das rotações de ciclos curtos e densidade elevada que as praticadas no sudeste asiático (FIGUEIREDO; OLIVEIRA; BARBOSA, 2005).

Uma alternativa de produção ecologicamente viável é o cultivo consorciado de espécies, integrando culturas anuais com indivíduos arbóreos. Além de aumentar a diversidade biológica eleva a viabilidade econômica do sistema, que passa a fornecer diversas opções de retorno financeiro para quem produz. No entanto é preciso conhecer os efeitos sinérgicos e antagônicos que os indivíduos poder exercer sobre os outros, a fim de maximizar a produção.

Como exemplo de efeitos causados entre plantas que dividem o mesmo espaço estão os alelopáticos, cujas implicações podem ser diretas ou indiretas, benéficas ou não; provocadas por compostos produzidos no metabolismo secundário dos organismos, podendo interferir nas germinações e desenvolvimento de alguns vegetais próximos (SOARES, 2000; GOLDFARB et al., 2009; TAIZ et al., 2017).

Em geral, os efeitos alelopáticos se confunde com competição, entretanto, são reflexos provocados por substâncias químicas produzidas pelos vegetais, podendo interferir no crescimento e desenvolvimento dos indivíduos próximo, enquanto, competição se caracteriza pela disputa por elementos indispensáveis como nutrientes, luz

e água. Assim, os estudos sobre os efeitos aleloquímicos são relevantes para a agricultura, aumentando a eficiência do uso do solo, favorecer a produção de herbicidas biológicos, beneficiar os processos interativos entre os seres vivos, entre outros (VERONESE, 2013).

De acordo com Albuquerque et al. (2011), os aleloquímicos são liberados diretamente pelos órgãos dos vegetais e por meio da decomposição da serapilheira no solo.

Estes aleloquímicos variam em função das espécies, do órgão de ocorrência no indivíduo, do ciclo de cultivo, da exposição à situações atípicas, entre outros. Já a maior ou menor resistência das plantas aos aleloquímicos, além de variar de acordo com as características das mesmas neutralizarem os fitoquímicos, a produção desses metabólitos secundários por plantas emissoras é influenciada por condições climáticas, tais como: intensidade eletromagnética, temperatura, oferta de água, disponibilidade de nutrientes, textura de solo e ação de microrganismos (SANTOS, 2008; GUIMARÃES, 1999).

Para Pires e Oliveira (2011) uma das formas eficientes de testar os efeitos alelopáticos de uma espécie sobre a outra é por meio da realização de testes de germinação, devido à validade, simplicidade e obtenção rápida dos resultados.

São escassos os estudos sobre potencial alelopático da espécie teca, portanto se faz necessário conhecer sobre os efeitos alelopáticos da espécie, assim este trabalho teve por objetivo observar e testar o potencial alelopático de extratos aquosos de folhas e flores de teca em diferentes concentrações, onde a Alface *Lactuca sativa* L.F. foi utilizada com espécie bioindicadora.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Testar o potencial alelopático de teca na germinação de sementes da alface por meio do uso de extratos aquosos de folhas e flores em diferentes concentrações.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar por meio da observação se existe interferência dos extratos das flores e das folhas de teca na germinação da alface;
- Analisar a influência das diferentes concentrações dos extratos das flores e das folhas de teca sobre as variáveis estudadas;
- Avaliar o processo de alelopatia de teca sobre flores e folhas por meio dos testes aplicados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ALELOPATIA

A palavra alelopatia foi empregada pela primeira vez pelo botânico e pesquisador, Hans Molish em 1937. Segundo Rodrigues et al. (1999), é utilizada para relacionar formas com as quais os organismos são capazes de interferir naturalmente no desenvolvimento de outros indivíduos ao seu redor.

Este fenômeno ocorre quando as plantas, tanto de ecossistemas nativos quanto antrópicos, liberam substâncias químicas que interferem no desenvolvimento de outros vegetais ao seu redor (RICE, 1984; TEASDALE et al., 2012). Estes autores também afirmam que, além das plantas, os microrganismos apresentam capacidade de liberar substâncias que influem na distribuição espacial de plantas no ambiente.

Tais substâncias químicas são geralmente encontradas em diferentes formas e em diversas partes dos vegetais, como raízes, caules, folhas, flores e frutos; podendo ser liberadas por meio da lixiviação, volatilização e exsudação; bem como pela decomposição dessas estruturas vegetais depositadas na superfície do solo formando serapilheira (FERREIRA; ÁQUILA 2000; entre outros).

Vários compostos secundários liberados pelas plantas atuam atraindo, repelindo, nutrindo ou promovendo toxidez em outras plantas, podendo ser benéficas ou maléficas para os vegetais (CHOU, 1999; FERREIRA, 2004).

Identificar espécies com potencial alelopático é o ponto inicial para detectar efeitos que possam interferir no crescimento das plantas. Plantas aromáticas e medicinais são algumas das espécies que apresentam estas substâncias químicas, sendo elas ricas em óleos essenciais, revelando-se eficientes no controle de espécies invasoras (CRUZ; NOZAKI; BATISTA, 2000).

Substâncias aleloquímicas extraídas de folhas e raízes de plantas são as mais estudadas, pois permitem identificar se uma espécie apresenta potencial para tornar-se invasora em ambiente diferente de sua origem (WALKER et al., 2003).

De acordo com Malheiros e Peres (2001) vários aleloquímicos dos grupos dos alcaloides, compostos fenólicos e ácidos graxos de cadeia longa são responsáveis por causarem reações diretas e indiretas em plantas, que podem ter mais de uma função fisiológica afetada. Dessa forma, os aleloquímicos são considerados componentes importantes, pois interferem na construção e dinâmica das populações vegetais dos

ecossistemas, bem como na produção e manejo de culturas (GOLDFARB et al., 2009; MAULI et al., 2009). Uma das alternativas para se avaliar efeitos alelopáticos é o monitoramento das ações das substâncias nas funções das plantas.

Vários estudos concluíram que os aleloquímicos causam influências no metabolismo primário de vegetais, afetando suas principais atividades como fotossíntese, absorção de nutrientes, crescimento, entre outros (ALMEIDA, 1988; SIQUEIRA et al., 1991). As consequências de tais influências podem ser maiores ou menores nas plantas, pois também dependem da dinâmica dos fatores bióticos e abióticos do ambiente (BAUER et al., 2012).

Os aleloquímicos, geralmente, provocam ações que interferem nas atividades vitais dos vegetais, o que pode explicar o processo inibitório de alguma fase do ciclo de vida desses vegetais. Em geral, as fases mais influenciadas por componentes alelopáticos são germinação de sementes, floração e frutificação (DASTAN et al., 2014). No caso específico da germinação de sementes, verifica-se que a necrose das radículas no desenvolvimento das plântulas aparece como um dos sintomas comuns decorrentes da ação de substâncias aleloquímicas. Entretanto, os testes realizados com extratos de várias partes de plantas têm demonstrado que a velocidade de germinação de sementes é o parâmetro que mais expressa o(s) possível(is) efeito(s) alelopáticos(s) das substâncias aleloquímicas sobre o comportamento germinativo de unidade reprodutivas de plantas.

De acordo com Ferreira; Áquila (2000), a maior ou menor expressão da ação alelopática em testes de germinação de sementes pode ser constatada por meio da velocidade da germinação de unidades reprodutivas, ou seja, quanto maior essa velocidade, observa-se uma menor ou ausência dos efeitos alelopáticos.

Para verificar presença de aleloquímicos, mesmo em baixas concentrações em várias partes de plantas, são utilizados em testes de germinação alface, tomate, pepino, entre outros; pois tais vegetais são considerados indicadores dos efeitos alelopáticos, por apresentarem alto poder germinativo e alta sensibilidade aos efeitos (GABOR e VEATDCH, 1981; FERREIRA e ÁQUILA, 2000).

3.2 DESCRIÇÕES DAS ESPÉCIES

3.2.1 *Tectona grandis* L.F. (Teca)

Tectona grandis L. F., vulgarmente conhecida como teca, esta espécie pertence à família Lamiaceae, a qual congrega 300 gêneros e, aproximadamente, 7500 espécies. No Brasil, há registros da ocorrência de 26 gêneros e 350 espécies, cujos hábitos predominantes são herbáceos e arbustivos, que se sobressaem pelo odor característico exalado pelas folhas. Morfologicamente, desenvolvem frutos tipo drupa e flores bilabiadas (SOUZA; LORENZI, 2005). Sua madeira tem grande importância devido à qualidade e relativo ciclo curto de produção, aproximadamente 20-25 anos (PREMRASMI; DIETRICH, 1967; entre outros).

Os plantios comerciais da teca no Brasil adaptaram-se bem às condições edafoclimáticas, mostrando-se como uma forma de investimento positivo. Em 2011, foram registrados 65.440 hectares plantados da espécie, distribuídos nos estados do Acre, Amapá, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rondônia, São Paulo, Tocantins e, principalmente, Mato Grosso e Pará (ABRAF, 2012).

De acordo com Macedo et al. (2005), após avaliação da teca no Estado de Minas Gerais com plantios com espaçamentos diferentes, concluiu-se que a espécie apresentou potencial de estabelecimento e crescimento no local, sobretudo no espaçamento 3 x 2 m. Em condições ecológicas ideais pode chegar até 45 metros de altura e 100 cm diâmetro. Essa espécie se enquadra como intolerante, cuja floração e produção de sementes ocorrem, geralmente, a partir dos 10 anos (PANDEY; BROWN, 2000).

3.2.2 *Lactuca sativa* L.F. (Alface)

Espécie da família Asteraceae, a alface apresenta hábito herbáceo, de caule curto onde as folhas se inserem. Suas sementes apresentam elevada taxa de germinação num curto período de tempo (FILGUEIRA, 2003).

Cultivada em vários países, é uma hortaliça folhosa popular, contém alto teor das vitaminas A, B1, B2 e C, Cálcio e ferro, a alface torna-se importante pela presença destas vitaminas e sais minerais cálcio e ferro, fazendo com que a alface seja considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais (FERNANDES et al., 2002).

A utilização de semente de alface é indicada nestes estudos por apresentarem um grau elevado de sensibilidade para teste de germinação rápida, uniforme e que possibilita obter respostas dos resultados mesmo com mínimas concentrações de aleloquímicos (SOUZA; FURTADO, 2002).

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF), do Departamento de Ciência Florestal (DCFL), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado no Bairro de Dois Irmãos, o município do Recife está situado à latitude 08° 03' 14" S e longitude 34° 52' 52" W, o clima da região é tropical, com inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual é de 25,8 ° C, a precipitação média anual é de 1804 mm, Estado de Pernambuco.

Os materiais vegetais de teca (folhas e flores) foram coletados manualmente e de forma aleatória de indivíduos adultos (Figura 1). O mesmo foi acondicionado separadamente em sacos plásticos e encaminhados para o Laboratório de Análises de Sementes Florestais (Lasf) da UFRPE, sob condições hidrotérmicas naturais (25°C e 72% UR).

Figura 1 – Árvores da Teca.

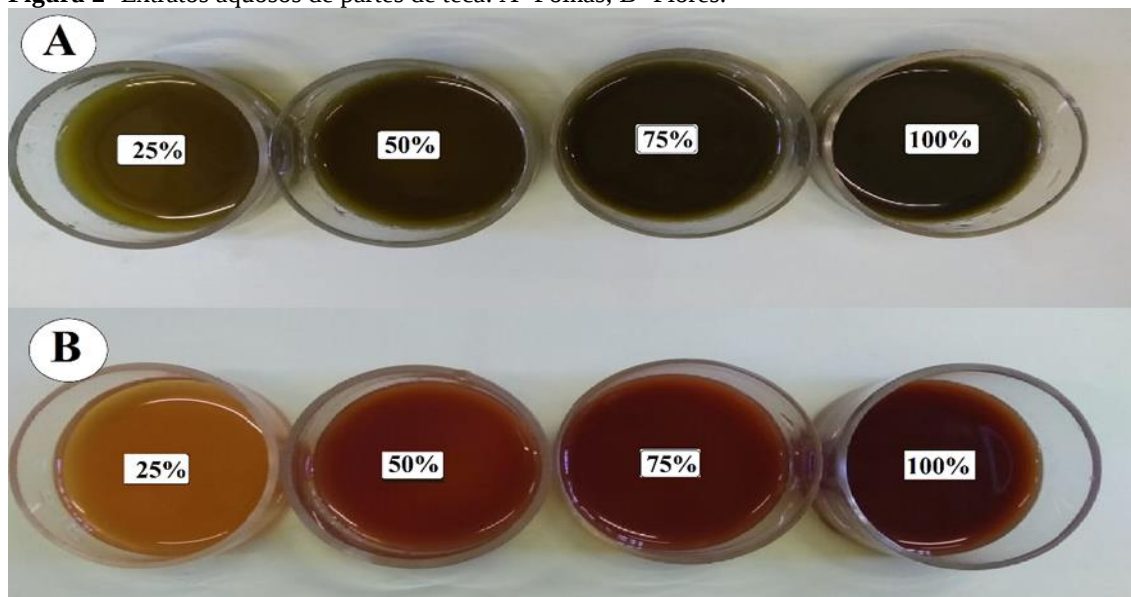


Fonte: Imagens capturadas pela autora

Para a obtenção dos extratos aquosos, das folhas e das flores foram pesadas, lavadas e enxaguadas com água destilada e ainda frescas, trituradas em liquidificador doméstico, numa proporção de 250g do material e deixado descansar por um período.

O extrato foi filtrado em peneira, obtendo-se assim o extrato bruto (concentração 100%) e após o preparo para as diferentes concentrações (25%, 50%, 75%) e armazenados em recipiente de vidro, como testemunha foi utilizada a água destilada (0%).

Figura 2- Extratos aquosos de partes de teca: A- Folhas; B- Flores.



Fonte: Imagens capturadas pela autora

Como substrato foi utilizado foi papel germitest e como sementes bioindicadoras a alface, devido ao seu alto poder germinativo, foram obtidas em comércio local. O substrato foi previamente esterilizado em estufa de aeração forçada à 105° C, durante duas horas, conforme a Regra Para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Cada unidade amostral foi umedecida com 14 ml de água destilada, baseado no peso do substrato, que foi acomodado no fundo da caixa gerbox.

As sementes de alface foram distribuídas sobre o substrato, organizadas em cinco fileiras com cinco unidades cada com espaçamento uniforme para evitar a competição e contaminação entre as mesmas. Em seguida, adicionou-se 2,5 ml do extrato sobre todas as sementes, de modo que a solução fosse distribuída uniformemente.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos para cada parte da planta e cinco repetições. Foi considerada a protusão da radícula de 0,5 mm como critério de identificação de germinação e o experimento foi acompanhado por dez dias, sempre no mesmo horário.

4.2 VARIÁVEIS ANALISADAS

- Porcentagem de Germinação (%G) baseia-se na realização da contagem diária de sementes germinadas, acreditando no princípio de que as unidades amostrais que apresentarem maior porcentagem de plântulas normais serão as mais vigorosas, de acordo com as Normas para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

$$\%G = \frac{NG}{NT} \times 100 \quad (1.1)$$

Onde:

NG = número de sementes germinadas

NT = número total de sementes por tratamento

- Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para obtenção dos valores foi empregada a fórmula postulada por MAGUIRE (1962) que calcula baseando-se na contagem diária de quantidade de plântulas desde o surgimento, geradas por sementes normais num período de 10 dias, no mesmo horário. Aplicando-se a expressão:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_x}{N_x} \quad (1.2)$$

Onde:

G1= número de sementes germinadas na primeira contagem

N1= número de horas decorridas até a primeira contagem

G2= número de sementes germinadas na segunda contagem

N2= número de horas decorridas até a segunda contagem

n = última contagem

- Tempo médio (TM) onde serão observadas as sementes mais vigorosas, onde o tempo das germinações ocorrerem mais rapidamente, de acordo com FERREIRA e BORGHETTI (2004):

$$TM = \frac{\sum_{i=1}^K n_i \times t_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (1.3)$$

Onde:

n_i = número de sementes germinadas em determinado intervalo de tempo t_i

- Velocidade média (VM) é o contrário do tempo médio, onde quanto menor o tempo de germinação, mais vigorosas serão os lotes de sementes (FERREIRA e BORGHETTI (2004).

$$VM = \frac{1}{TM} \quad (1.4)$$

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As Análises estatísticas foram realizadas e as médias comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o ASSISTAT 7.7 Beta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXTRATOS AQUOSOS DE FOLHAS

As concentrações de extratos aquosos de folhas de teca não afetaram significativamente porcentagem de germinação, o tempo médio (TM) e velocidade (VM), no entanto, verificou-se que o índice de velocidade de germinação dos tratamentos 75% e 100% divergiram estatisticamente do controle, de acordo com os resultados obtidos na Tabela 1.

Tabela 1: Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média (dia^{-1}) de germinação das sementes de Alface *Lactuca sativa* L. f. submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de *Tectona grandis* L. f.

Concentração do E.A. (%)	Germinação (%)	IVG	Tempo médio (dias)	Velocidade média (dias ⁻¹)
Controle	24,20 a	10,73 a	5,56 a	0,18 a
25	23,20 a	9,92 ab	6,34 a	0,16 a
50	22,20 a	9,33 abc	8,56 a	0,13 a
75	23,40 a	8,4 bc	9,04 a	0,13 a
100	22,00 a	7,70 c	10,38 a	0,13 a
CV (%)	5,91	11,75	52,54	29,2
*d.m.s.	2,57	2,06	7,94	0,08

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

*d.m.s. (diferença média significativa)

Viecelli e Cruz-Silva (2009) constataram que diferentes dosagens de extrato aquoso de folhas de *Salvia officinalis* L (sálvia), interferiram significativamente sobre o IVG e o desenvolvimento inicial de plântulas de alface, submetidas às elevadas concentrações do extrato. Já Silva et al (2015) analisando extratos de folhas das espécies da família Lamiaceae, verificaram que os extratos aquosos de folhas de hortelã (*Mentha* sp L), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L), manjerona (*Origanum majorana* L.) e sálvia reduziram na germinação de sementes de alface; já os extratos de falso-boldo (*Coleus barbatus* (Andrews) B.) estimularam sua germinação, estes resultados divergem do presente estudo.

Rosado et al. (2009) trabalhando com extratos de folhas com diferentes concentrações de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) da família Lamiaceae, observaram que a espécie não exerceu influências na porcentagem de germinação de sementes de alface (*L. sativa* L.), melissa (*Melissa officinalis* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Já para o IVG, apresentou diferenças significativas para as sementes de tomate.

Araujo, Silva e Lima (2018) trabalhando com extratos de diferentes concentrações de folhas de *Sesbania virgata*, perceberam que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação a porcentagem de germinação de alface quando comparadas com o controle, já o IVG apresentou diferença significativa nas concentrações 50%, 75% e 100%, com relação a aumentou o tempo médio, a presença dos extratos aumentou o período para emergência das plantas e a velocidade média sofreu redução significativa sobre interferência dos extratos, e com relação ao tempo médio a presença dos extratos aumentou o período para emergência das plantas e consequentemente diminuiu a VM.

Almeida (2006) observou em seu trabalho com folhas de *Leonurus sibiricus*, família Lamiaceae, em testes de germinação, que extração por infusão e metanólica, diminuíram a germinação das sementes alface.

5.2 EXTRATOS AQUOSOS DE FLORES

A Tabela 2 mostra que as concentrações dos extratos de flores de teca 25% e 100% divergiram estatisticamente na VM.

Tabela 2: Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média (dia^{-1}) de germinação das sementes de Alface *Lactuca sativa* L. Submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de flores de *Tectona grandis* L. f.

Concentração do E.A. (%)	Germinação (%)	IVG	Tempo médio (dias)	Velocidade média (dias ⁻¹)
Controle	24,20 a	10,73 a	5,56 a	0,18 ab
25	23,40 a	12,75 a	5,02 a	0,21 a
50	23,20 a	9,78 a	8,96 a	0,15 ab
75	23,20 a	8,65 a	10,16 a	0,13 ab
100	24,20 a	9,04 a	13,28 a	0,10 b
CV (%)	5,04	22,23	1,69	34,59
*d.m.s.	2,26	4,29	10,05	0,1

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

*d.m.s. (diferença média significativa)

Andrade (2003) observou, em estudos com extratos de flores de *Acacia podalyriaefolia* (Acácia – mimosa), presença de efeitos alelopáticos em testes de germinação de sementes de alface. Oliveira et al. (2012) verificaram trabalhando com extratos de flores de mulungu (*Erythrina velutina*) que não houve interferência na %G, mas o IVG diferiu significativamente em relação ao controle.

Oliveira et al. (2005) analisando extratos aquosos e extratos etanólicos de flores de rosqueira (*Chloroleucon tortum* (Mart.) Pittier) observaram inibição total de germinação total de sementes alface, que mostra claramente a presença de substâncias aleloquímicas no material vegetal.

De Conti et al. (2011) observaram em estudo com extratos de flor chá-de-bugre (*Casearia sylvestris* Sw) que houve inibição na germinação e no crescimento de sementes de alface; já em relação ao IVG os extratos de flor de *C. sylvestris* demonstrou um atraso no processo germinativo a partir da concentração de 25%, onde a variável apresentou redução de valores com o aumento das concentrações dos extratos utilizados, o que corroborou com este estudo.

6. CONCLUSÃO

Pelas observações obtidas através das análises dos resultados sobre os testes do efeito alelopático de extratos de folhas e flores de *Tectona grandis* L.F. sobre a germinação de sementes da espécie bioindicadora *Lactuca sativa* L.F., foi possível concluir que os extratos aquosos de folhas de teca não apresentaram potencial inibitório com relação a porcentagem de germinação de sementes de alface em nenhuma das concentrações, verificou-se interferência no índice de velocidade de germinação (IVG) dos tratamentos 75% e 100%, que divergiram estatisticamente do controle, não foi encontrado diferença significativa nas variáveis tempo médio (TM) e velocidade (VM) entre os tratamentos, o extrato aquosos de flores de teca não apresentaram efeitos alelopáticos na porcentagem de germinação, IVG, TM e VM das sementes de alface e a Velocidade média (VM) apresentou uma diferença quando comparados os tratamentos 25% e 100%.

Assim, foi possível constatar que não houve diferença significativa entre os tratamentos analisados, porém exercem influências no comportamento germinativo de sementes de alface sobretudo nas concentrações mais elevadas, ocorrendo principalmente no índice de velocidade de germinação de folhas de teca. Vale destacar que, em função dos escassos trabalhos no ramo da alelopatia com a teca, estes resultados podem contribuir para outras pesquisas neste segmento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S. **Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 68 p., 1988 (Circular, 53).
- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF**, 2012. 149 p.
- ALBUQUERQUE, M. et al. Allelopathy, na alternative tool to improve cropping systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.31, n.2, p.379-395, 2011.
- ALMEIDA, L.F.R. Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae) 2006. 96p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.
- ANDRADE, C.A. et al. Efeitos alelopáticos das flores da *Acaciapodalyriaefolia* A. CUNN. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 93-98, Jul. Dez., 2003.
- ARAÚJO, E. C. G.; SILVA, T.C.; LIMA, T. V. D. Efeitos Alelopáticos de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS na Germinação de sementes de Alface. **Revista Engenharia na Agricultura**.V.26, n.02, p.101-109, 2018.
- BAUER, J.T. et al. 2012. Context dependency of the allelopathic effects of *Lonicera maackii* on seed germination. **Plant Ecology** 213:1907- 1916.
- BELINELO et al., 2008. **Alelopatia de *Arctiumminus* Bernh (Asteraceae) na germinação e crescimento radicular de sorgo e pepino**. *Caatinga* 21:12-16.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal, 2009. 395p.
- CHOU, C. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Critical. Reviews in Plant Sciences*, v.18, n.5, p.609-636. 1999.
- CAPORAL, R. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 24 p., 2004.
- CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. **Plantas medicinais e alelopatia**. *Biotechnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, n.15, p. 28-34, 2000.
- DASTAN, D. et al. Phytotoxicity and cytotoxicity of disesquiterpene and sesquiterpene coumarins from *Ferula pseudalliacea*. **Industrial Crops and Products**, v.55, 2014.
- DE CONTI et al. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L.. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.17, n.2-4, p.193-203, abr-jun, 2011.

DERKYI, N.S.A. et al. Colour variation in teak (*Tectona grandis*) wood from plantations across the ecological zones of Ghana. **Ghana Journal of Forestry**, 2009; 25: 40-49.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONSECA, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, junho 2002.

FERREIRA & ÁQUILA MEA. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, 12:175-204.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVIERA, L.C. de; BARBOSA, L.K.F. **Teca (*Tectona grandis* L.F.)**: principais perguntas do futuro empreendedor florestal. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2005. 87 p. (Documentos, 97).

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª ed., UFV, 2003.

GABOR, W.E.; VEATCH, C. Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyronrepens*) rhizomes. **Weed Science**, v.29, p.155- 159, 1981.

GOLDFARB, M., Pimentel, L.W., Pime, N.W. 2009. Alelopatia: relações no agroecossistemas. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**. 3(1): 23-28.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA, 1999. 132 p.

MACEDO, R. L. G. et al. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. Teca em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 61-69, jan./abr. 2005.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madson, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALHEIROS A.; PERES M. T.L.P. 2001. **Alelopatia: Interações químicas entre espécies**. In: YNES, R. A., CALIXTO, J. B. Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. Chapecó: Argos. p. 503-523.

MAULI, M.M. et al. Alelopatia de leucina sobre soja e plantas invasoras. Revista Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.55-62, jan./mar. 2009.

MIRANDA, I.; SOUZA, V.; PEREIRA, H. Wood properties of teak (*Tectona grandis*) from a mature unmanaged stand in East Timor. **Journal of Wood Science**, v. 57, n. 3, p. 171-178, 2011.

- MOYA, R. & PÉREZ, D. Processing and marketing of teakwood products from fast-grown teak plantations in Costa Rica. In: Proceedings of Regional Workshop Products and Marketing of Teak Wood Products of Planted Forest; 2007; Peechi. India: KFRI; 2007. p. 24-32.
- OLIVEIRA, A.K. et al. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, n;3, jul – set. 480-483. 2012.
- OLIVEIRA, M. N. S. et. al. **Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae**. Montes Claros, v.7, n.2 - jul./dez. 2005.
- PANDEY, D.; BROWN, C. La teak: una visión global. **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales**, Rome, v. 51, n. 2, p. 3-13, 2000.
- PERRY LG et al., 2007. Concentrations of the allelochemical ($\pm$)-catechin in *Centaurea maculosa* soils. **Journal of Chemical Ecology** 33:337-344.
- PIRES, N.M. et al. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Omnipax, Curitiba, p. 95-123, 2011.
- PREMRASMI, T.; DIETRICH, H.H., Nature and distribution of extractives in teak (*Tectona grandis* Linn.) from Thailand. The Natural History Bulletin of Siam Society 1967; 22(1-2): 1-14.
- SCHMINCKE, K.H. Plantaciones de teca en Costa Rica: la experiencia de la empresa Precious Woods. *Unasylva* 2000; 201: 1-8.
- SIQUEIRA, J.O. et al. Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems. **Crit Ver. Sci**, 10:63-121, 1991.
- SILVA et al. Alelopatia de espécies da família Lamiaceae sobre o desenvolvimento de alface. **Cultivando o Saber**. Vol. 8, n°1, p. 59 - 73, 2015.
- SOARES, G.L.G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v.7, p.190-197, 2000.
- SOUZA, I. F.; FURTADO, D. A. S. Caracterização de aleloquímicos do centeio (*Secale cereale*) e seu potencial alelopático sobre plantas de alface (*Lactuca sativa*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1097-1099, 2002.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.
- RICE EL. 1984. **Allelopathy**. Academic Press, London, 422p. R. Bras.
- RODRIGUES, B. N., PASSINI, T., FERREIRA, A. G. 1999. Research on allelopathy in Brazil. In: NARWAL, S. S. (ed.) Allelopathy update. New Hampshire: Science Publishers. p. 307-323.

ROSADO, L.D.S. et al. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjeriço “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.11, n.4, p.422-428, 2009.

SANTOS, F.C.D. et al. Produtividade e Aspectos Nutricionais de Plantas de Soja Cultivadas em Solos de Cerrado com Diferentes Texturas. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:2015-2025, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TEASDALE JR et al., 2012. Expression of allelopathy in the soil environment: soil concentration and activity of benzoxazinoid compounds released by rye cover crop residue. **Plant Ecology** 213:1893-1905.

VERONESI, M.B. **Avaliação da tolerância de duas espécies nativas às fitotoxinas exsudadas por *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente). São Paulo: Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2013. 81f.

VIECELLI, C.A.; CRUZ-SILVA, C.T.A. **Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de *Sálvia***. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 1, p. 39-46, jan./mar. 2009.

WALKER, T.S. et al. Root exudation and rhizosphere biology. **Plant Physiology** 132:44-51, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise de variância dos dados obtidos pela germinação de alface com os extratos de folhas de teca.

Tabela 1: Análise de variância das percentagens de germinação obtidas pelas sementes de Alface *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de *Tectona grandis* L.F.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	18.16000	4.54000	2.4674 ns	2.8661
Resíduo	20	36.80000	1.84000		
Total	24	54.96000			

(ns) não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 2: Análise de variância das percentagens do índice de velocidade de germinação obtidas pelas sementes de Alface *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de *Tectona grandis* L. F.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	27.04042	6.76011	5.7037 **	4.4307
Resíduo	20	23.70412	1.18521		
Total	24	50.74454			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Tabela 3: Análise de variância das percentagens da tempo médio de germinação obtidas pelas sementes de *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de *Tectona grandis* L.F.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	78.82960	19.70740	1.1223 ns	2.8661
Resíduo	20	351.19600	17.55980		
Total	24	430.02560			

(ns) não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 4: Análise de variância das percentagens da velocidade média de germinação obtidas pelas sementes de *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de *Tectona grandis* L.F.

Fonte de variação	GL	SQ	QMF	F	F crítico
Tratamentos	4	0.01302	0.00325	1.7801 ns	2.8661
Resíduo	20	0.03656	0.00183		
Total	24	0.04958			

(ns) não significativo ($p \geq .05$)

APÊNDICE B – Análise de variância dos dados obtidos pela germinação de alface com os extratos de flores de teca.

Tabela 5: Análise de variância das percentagens da germinação obtidas pelas sementes de *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de flores de *Tectona grandis* L.F.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	5.36000	1.34000	0.9437 ns	0.117
Resíduo	20	28.40000	1.42000		
Total	24	33.76000			

(ns) não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 6: Análise de variância das percentagens do índice de velocidade de germinação obtidas pelas sementes de *Lactuca sativa* L. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de flores de *Tectona grandis* L.F.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	53.58366	13.39591	2.6106 ns	2.8661
Resíduo	20	102.62864	5.13143		
Total	24	156.21230			

(ns) não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 7: Análise de variância das percentagens do tempo médio de germinação obtidas pelas sementes de *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de flores de *Tectona grandis* L.F.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	232.61760	58.15440	2.0680 ns	2.8661
Resíduo	20	562.41200	28.12060		
Total	24	795.02960			

(ns) não significativo ($p \geq .05$)

Tabela 8: Análise de variância das percentagens da velocidade média de germinação obtidas pelas sementes de *Lactuca sativa* L.F. submetidas à diferentes concentrações de extrato aquoso de flores de *Tectona grandis* L. F.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	F crítico
Tratamentos	4	0.03658	0.00915	3.2571 *	2.8661
Resíduo	20	0.05616	0.00281		
Total	24	0.09274			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)