



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL-UFFS**

**CAMPUS ERECHIM**

**CURSO DE AGRONOMIA COM ÊNFASE EM AGROECOLOGIA**

**PAULO JOSÉ DOS SANTOS**

**O EFEITO ALELOPÁTICO DO ÓLEO NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALFACE(*Lactuca sativa* L.)**

**Erechim-RS**

**2018**

**PAULO JOSÉ DOS SANTOS**

**O EFEITO ALELOPÁTICO DO ÓLEO NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALFACE(*Lactuca sativa* L.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS , como requisito necessário para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadores: Prof.Dr<sup>a</sup> Denise Cargnelutti e Prof. Dr. Alfredo Castamann

**ERECHIM-RS**

**2018**

**PAULO JOSÉ DOS SANTOS**

**O EFEITO ALELOPÁTICO DO ÓLEO NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS -*Campus* Erechim/RS, como requisito necessário para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Prof. Denise Cargnelutti, Dr<sup>a</sup>.

Pres. Banca Orientadora

Prof. Alfredo Castamann, Dr.

Coorientador

Prof. Iloir Gaio, Dr.

Membro

Prof. Gerônimo Rodrigues Prado, Me.

Membro

Erechim, RS, 22 Junho de 2018

## SUMÁRIO

RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUÇÃO.....	08
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS DISCUSSÕES.....	14
CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

## RESUMO

O presente estudo surge de uma conversa informal com um agricultor em que relatou que, ao misturar as folhas das árvores de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) com esterco bovino, para uso no pomar doméstico, as plantas que receberam esta mistura se mostraram mais vigorosas e menos suscetíveis aos ataques por doenças. Os insumos químicos representam atualmente um significativo custo financeiro para a agricultura além de desencadear inúmeros problemas de contaminação para os ecossistemas e aos humanos. Dessa forma, em substituição a agricultura convencional tem se buscado alternativas tais como a agroecologia e produção orgânica de alimentos. Seguindo este preceito, a agricultura orgânica faz uso de diferentes extratos e óleos vegetais como forma de potencializar a produção, seja no controle de doenças e insetos, ou na melhoria do vigor e desenvolvimento das plantas. Dentre as opções estão os produtos derivados do neem (*Azadirachta indica* A. Juss), os quais vem sendo utilizados no manejo ecológico de pragas. No entanto, são escassos os estudos mostrando os efeitos alelopáticos do neem sobre a germinação e crescimento de plantas tal como a alface. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito alelopático de diferentes doses de óleo de neem da marca Dalneem®(Ec) diluídos em água destilada sobre a germinação e crescimento de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Quatro Estações da marca Bionatur® cultivada em diferentes sistemas experimentais. Para isso foram realizados três experimentos. O primeiro experimento em laboratório, avaliou-se através de uma triagem inicial o efeito de diferentes doses (0 ml/L, 1 ml/L, 10 ml/L, 20 ml/L, 30 ml/L, 40 ml/L) de óleo de neem na germinação de sementes de alface. Em tal experimento não foram observadas alterações significativas do óleo de neem sobre a germinação de sementes de alface. Assim, em uma segunda triagem, ainda em laboratório, foi utilizada um número mais amplo de doses de óleo de neem (0; 0,001; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 5; 10; 15; 20) mL do óleo/ por L de água destilada). Neste screening foram observadas alterações significativas do óleo de neem sobre a germinação das sementes de alface, embora um incremento na massa fresca das plântulas de alface tenha sido observado na dose de 0,5 mL/L de óleo de neem. A partir destes experimentos foram selecionadas as doses (0 ml/L, 1 ml/L, 10 ml/L, 20 ml/L, 30 ml/L, 40 ml/L) de óleo de neem dissolvidos em água destilada utilizadas nos experimentos em bandeja e nos vasos, o óleo foi aplicado ao substrato com o auxílio de uma pisseta graduada, avaliou-se o efeito do óleo de neem sobre o crescimento de plantas de alface cultivadas. As plantas permaneceram sob tratamento durante 25 dias. Nas plantas com 35 dias foi realizada a avaliação do índice de clorofila, utilizando o aparelho clorofilômetro. Ao final dos experimentos, as plantas foram coletadas, lavadas, sendo avaliado o comprimento da raiz e parte aérea com o auxílio de um paquímetro digital, a massa fresca com o auxílio de uma balança analítica e a massa seca após secagem completa em estufa a 65°C também

registrada em balança analítica. Além disso, amostras de parte aérea foram maceradas com tampão fosfato de potássio, centrifugadas e o sobrenadante foi utilizado para a determinação da concentração de proteínas solúveis. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5 % de probabilidade. Quando cultivadas em bandejas, o óleo de neem aplicado na dose de 1 ml/L induziu um incremento no comprimento da parte aérea, mas nas doses a partir de 30 ml/L inibiu o crescimento deste órgão em plantas de alface. O mesmo efeito inibitório foi também observado nas mesmas doses para o crescimento de raízes. Quando as plantas de alface foram cultivadas em vasos, alterações significativas foram observadas somente quanto ao comprimento da parte aérea. Na dose 1 ml de óleo de neem o comprimento da parte aérea foi 14% maior quando comparado ao tratamento controle, embora nas doses maiores (30 e 40 mm/L de óleo de Neem) foram observadas reduções significativas no comprimento da parte aérea das plantas de alface. Os índices de clorofila não sofreram alterações pela aplicação do óleo de neem. Além disso, um incremento nos níveis de proteínas foi observado quando plantas de alface foram tratadas com 20 ml/L de óleo de neem. Portanto, os resultados do presente estudo sugerem que o óleo de neem não altera a germinação, mas afeta o crescimento de plantas de alface, podendo o mesmo ser utilizado no manejo de plantas espontâneas.

**Palavras-chave:** Neem; alface; Clorofila; Crescimento, Proteína.

## **THE ALELOPATHIC EFFECT OF NEEM OIL (*Azadirachta indica* A. Juss) ON THE GERMINATION AND GROWTH OF LETTUCE PLANTS (*Lactuca sativa* L.)**

### **ABSTRACT**

The present study arises from an informal conversation with a farmer in which he reported that when mixing the leaves of neem trees (*Azadirachta indica* A. Juss) with cattle manure for use in the domestic orchard, the plants that received this mixture were more vigorous and less susceptible to attack by disease. Chemical inputs currently represent a significant financial cost to agriculture as well as triggering numerous contamination problems for ecosystems and humans. As a substitute for conventional agriculture, alternatives such as agroecology and organic food production have been sought. Following this precept, organic agriculture makes use of different extracts and vegetable oils as a way to boost production, either in the control of diseases and insects, or in improving the vigor and development of plants. Among the options are products derived from neem (*Azadirachta indica* A. Juss), which have been used in the ecological pest management. However, there are few studies showing the allelopathic effects of neem on germination and growth of plants such as lettuce. The objective of the present study was to evaluate the allelopathic effect of different doses of Dalneem ne neem oil (*Azadiracthta indica* A. Juss) diluted in distilled water on the germination and growth of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) , cultivating Four Seasons of the Bionatur marca brand cultivated in different experimental systems. Three experiments were carried out. The first experiment in the laboratory, the effect of different doses (0 ml / L, 1 ml / L, 10 ml / L, 20 ml / L, 30 ml / L, 40 ml / L) was evaluated by initial screening. Neem oil on germination of lettuce seeds. In this experiment no significant changes of the neem oil were observed on the germination of lettuce seeds. Thus, a larger number of doses of neem oil (0; 0,001; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 5; 10; 15; 20) mL of the oil / L of distilled water). In this screening, no significant changes of the neem oil were observed on the germination of lettuce seeds, although an increase in the fresh mass of the lettuce

seedlings was observed at the dose of 0.5 mL / L of neem oil. From these experiments the doses (0 ml / L, 1 ml / L, 10 ml / L, 20 ml / L, 30 ml / L, 40 ml / L) used in experiments 2 and 3 were selected, the effect of neem oil on the growth of lettuce plants cultivated in trays and in pots was evaluated. In the experiments in trays and in pots, the oil of neem, in the different concentrations, was applied to the substrate with the aid of a graduated pisseta. The plants remained under treatment for 25 days. In the plants with 35 days, the chlorophyll index was evaluated using the chlorophyll meter. At the end of the experiments, the plants were collected, washed, and the root and shoot length were evaluated with the aid of a digital caliper, the fresh mass with the aid of an analytical balance and the dry mass after complete oven drying at 65°C also recorded in analytical balance. In addition, aerial part samples were macerated with potassium phosphate buffer, centrifuged and the supernatant was used to determine the concentration of soluble proteins. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test with significance of 5% of probability. When cultured in trays, neem oil applied at the dose of 1 ml / L induced an increase in shoot length, but at doses of 30 ml / L inhibited the growth of this organ in lettuce plants. The same inhibitory effect was also observed at the same doses for root growth. When lettuce plants were grown in pots, significant changes were observed only in shoot length. At the dose 1 ml of neem oil the shoot length was 14% higher when compared to the control treatment, although in the larger doses (30 and 40 mm / L of Neem oil) significant reductions were observed in the length of the aerial part of the plants of lettuce. Chlorophyll indices were not affected by the application of neem oil. In addition, an increase in protein levels was observed when lettuce plants were treated with 20 ml / L of neem oil. Therefore, the results of the present study suggest that neem oil does not affect germination, but affects the growth of lettuce plants and can be used in the management of spontaneous plants.

**Keywords:** Neem; lettuce; Chlorophyll; Growth, Protein.



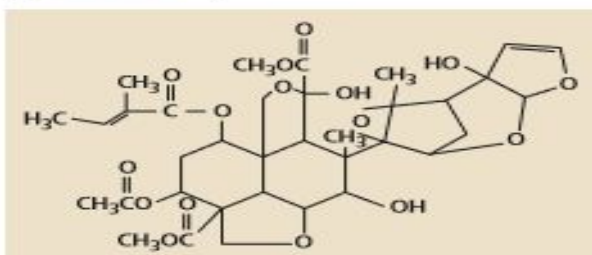
## INTRODUÇÃO

A agricultura convencional somada às tecnologias modernas de produção de alimentos vêm produzindo problemas aos recursos naturais que se mostram cada vez mais perceptíveis. Dentre as causas destes transtornos está o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes fosfatados os quais podem contaminar tanto o homem como o meio ambiente, desencadeando inúmeros desequilíbrios ambientais. De acordo com Carneiro et al. (2015), diversos estudos têm documentado a contaminação de mananciais hídricos por vários tipos de agrotóxicos no Brasil. Os herbicidas, por exemplo, representaram 45% do total de agrotóxicos comercializados, os fungicidas 14% do mercado nacional, os inseticidas 12% e, as outras categorias de agrotóxicos, 29% (ANVISA; UFPR, 2012).

Neste contexto, como alternativa a este modelo de agricultura já defasada, dispomos da Agroecologia, uma ciência de cunho multidisciplinar, e ainda a produção orgânica de alimentos, que almeja através do conhecimento científico uma mudança deste modelo convencional de agricultura para uma agricultura mais sustentável. O enfoque agroecológico prima por seis dimensões de sustentabilidade: ecológica, econômica, cultural, política, social e ética (CAPORAL e COSTABEBER, 2002). A agricultura orgânica busca com os controles alternativos substituir o uso dos agrotóxicos, por produtos que causem de menos danos ao ambiente e ao homem, dentre eles as caldas, óleos essenciais de plantas e extratos vegetais

É crescente o número de fungos, bactérias e insetos resistentes as moléculas químicas, assim, os manejos alternativos de controle vêm ganhando espaço na agricultura, sobretudo, na agricultura orgânica, que faz uso dos extratos vegetais e óleos essenciais tal como o neem (*Azadirachta indica a. juss*), em diferentes formas. Os preparados oriundos do neem controlam várias espécies de insetos, vírus, fungos e bactérias que causam danos às plantas (VIANA, PRATES E RIBEIRO,

(A) Azadirachtin, a limonoid



2006). Vegetais tal como o neem, sintetizam compostos chamados de metabólitos secundários, os quais estão relacionados com as relações ecológicas de planta-planta, plantas-microrganismos, plantas-herbívoros. Assim, tais substâncias podem contribuir para a sobrevivência dos vegetais através da ativação de mecanismos de defesa (RICE, 1984).

Em geral, os metabólitos possuem estrutura complexa, de baixo peso molecular, com atividades biológicas marcantes e, diferentemente dos metabólitos primários, apresentam-se em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas (Berg e Lubert, 2008), as quais podem produzir efeitos alelopáticos. Dentre as substâncias com esse potencial, pode-se citar os ácidos graxos de cadeia curta, compostos fenólicos, óleos essenciais alcalóides, esteróides e derivados de cumarina que podem ser liberados pela raiz, no ar, ou carreados até o solo, através da água das chuvas que lavam as partes aéreas da planta (LARCHER, 2000). Em plantas, os efeitos dos metabólitos são diversos, podendo os mesmos atuar na conservação, na germinação e dormência das sementes, no crescimento de plântulas e vigor das plantas adultas (OLIVEIRA et al., 2002).

Nativo da Índia, o neem cresce em florestas de regiões tropicais e subtropicais, e suas sementes possuem aproximadamente 40% de óleo de *azadirachtina*, princípio ativo encontrado em maior concentração. A *azadirachtina* é um tetranortriterpenóide de baixíssima toxicidade ao homem e animais domésticos, sendo amplamente utilizado no controle de pragas, ou como cobertura vegetal do solo (folhas, extratos aquosos de folhas, frutos ou sementes) ou como a torta para o controle de nematóides (FERRAZ; VALLE, 1997).

Os extratos e óleos representam as formas usuais de aplicação do princípio ativo da planta no controle de doenças e ataques de insetos em vegetais, porém, de acordo com Silva e Pereira (2008), quando as folhas da árvore são incorporadas ao substrato se mostraram eficiente no controle de *Meloidogyne* e *Fusarium*.

Embora o grande uso do neem aponte para o controle de doenças de plantas, marca-se na literatura relatos de favorecimento a outros animais, que por sua vez são benéficos à agricultura. Estudando possibilidades de uso da planta, Mossini e

Kemmelmeir (2005), o extrato da semente de Neem causa a inibição significativa da nitrificação, promovendo a imobilização do sulfato de amônia e aumentando a eficiência do uso de nitrogênio (N) em diferentes tipos de solo, ou ainda, o uso da torta de neem a 2% e 4% em mistura com substrato comercial promoveram o crescimento das mudas de sálvia (SILVA, BORGHEZAN, PEDROTTI, 2012).

Desta forma, buscando outros potenciais para o uso do óleo de neem(Dal neem®) o trabalho almejou avaliar o efeito alelopático do mesmo na germinação e crescimento de plantas de alface da cultivar Quatro Estações da empresa Bionatur®.

A alface (*Lactuca sativa*), é uma hortaliça folhosa de grande importância comercial no Brasil, pelo baixo valor calórico, apresenta um grande consumo compondo assim a mesa de muitos brasileiros, é a sexta hortaliça em importância econômica e oitava em termos de volume produzido. A forma predominante de comercialização da alface é in natura. Pertencente a família *Asteraceae*, é originária de clima temperado, uma planta herbácea, de caule pequeno sem ramos onde se prendem as folhas. Podem apresentar folhas lisas ou crespas, e ainda em forma de cabeça, as cores destas folhas podem variar do verde amarelado até o verde escuro, podendo variar suas cores nas extremidades (MORETTI, 2006).

Desta forma, a presente pesquisa buscou avaliar o desenvolvimento da alface submetida a diferentes doses de óleo de neem, em diferentes sistemas experimentais, através de parâmetros tais como crescimento, biomassa, concentração de clorofila e proteínas solúveis.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2018, entre os meses de abril a junho, e conduzida no laboratório de agroecologia, laboratório de Entomologia e Bioquímica e na casa de vegetação na Universidade Federal da Fronteira

Sul-UFFS, *Campus* Erechim, localizado na ERS 135 - Km 72, 200, que segundo Streck et al. (2008), contempla a Unidade de Mapeamento (UM) Erechim, cuja a Unidade Taxonômica - Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico – Lvaf.

### **Experimento 1 - Efeito do óleo de neem sobre a germinação.**

A avaliação da germinação de plantas de alface submetidas ao óleo de neem foi realizada em câmara de BOD arranjados em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5 % de probabilidade (VIEIRA, 2006) utilizando o software estatístico SISVAR (versão 5.6) . Utilizou-se sementes agroecológicas da cultivar Quatro Estações da empresa da Bionatur®, e o óleo de neem (Dalneem Ec®) ambos com registro no Ministério Agricultura Pecuária e Abastecimento.

#### **Triagem 1**

As caixas tipo gerbox foram submetidas à assepsia utilizando-se álcool 70°v e hipoclorito de sódio (2%), utilizou-se a metodologia adaptada da RAS- Regra para Análise de Semente (BRASIL, 2009), com 50 sementes acondicionadas entre folhas de papel germitest para cada tratamento. Os tratamentos consistiram em aplicar o óleo de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) nas concentrações: Tratamento 1- (testemunha) 5 de água destilada, tratamento 2- 10 ml de neem/1L água, tratamento 3- 20 ml/L água, Tratamento 4- 30 ml/L água e tratamento 5- 40 ml/L água, compondo assim 5 tratamentos e 4 repetições. Em seguida, as caixas foram acondicionadas em câmara germinação do tipo BOD, com temperatura de  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 h de luz branca fluorescente/12 h de escuro, por sete dias, quando a germinação foi registrada. Mensurou-se a germinação considerando as plantas classificadas como , a primeira e a segunda contagem de sementes germinadas foram realizadas, respectivamente, aos quatro e sete dias, após a implantação do teste (BRASIL, 2009).

#### **Triagem 2**

A segunda triagem foi realizada para avaliar o efeito do óleo de neem sobre a germinação utilizando uma faixa de concentrações mais ampla, sendo as mesmas: 0,0; 0, 001; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 5; 10; 15; 20 mililitros do óleo/ por litro de água destilada. As sementes foram mantidas nas mesmas condições descritas na triagem 1. Após sete dias, as sementes foram avaliadas, através do número de sementes germinadas bem como foi avaliada a biomassa fresca da raiz e parte aérea fazendo o uso de uma balança analítica.

## **Experimento 2 - Efeito do óleo de neem sobre a alface cultivada em bandejas**



por limitação de espaço optou-se pelo Delineamento em Blocos Casualizados(DBC), nesta fase, cada bandeja com 30 células e volume 126 ml, compunha uma bloco experimental, avaliando-se cada planta até o ponto de transplante como unidade experimental. O húmus de minhoca foi utilizado como substrato. Os tratamentos, T1 (testemunha) água destilada, T2- 1 ml de óleo de neem/L de água destilada, T3- 10 ml/L, T4- 20 ml/L, T5- 30 ml/L e T6- 40 ml/L, foram aplicados a cada quatro dias à partir da implantação. Aos 30 dias da implantação avaliou-se comprimento da parte aérea (cm), comprimento da raiz (cm), matéria da massa fresca e seca, e teor de clorofila (und SPAD). O comprimento das raízes e

partes aéreas foram avaliados com o auxílio de um paquímetro digital. A biomassa fresca foi avaliada fazendo o uso de uma balança analítica. Após, as partes aéreas e as raízes foram colocadas em estufa e mantidas a 65°C até a obtenção de massa constante, quando então a massa seca foi registrada fazendo o uso de uma balança analítica.

### **Experimento 3 - Efeito do óleo de neem sobre a alface cultivada em vasos.**



Ensaio em Vasos- 5 dias após transplante

As mudas de alface foram produzidas em estufa sem qualquer tratamento, e transplantadas para os vasos com quatro ou mais folhas desenvolvidas. Empregou-se humus + solo na proporção de 1:1 nos vasos com volume de 3 L. À partir do transplante, os mesmos tratamentos utilizados no experimento 2 foram aplicados no experimento com vasos. As plantas permaneceram sob tratamento durante quando foram coletadas, lavadas e os parâmetros de crescimento avaliados, como descritos anteriormente. Os níveis de clorofila (und SPAD) e proteínas foram avaliados nas folhas das plantas de alface.

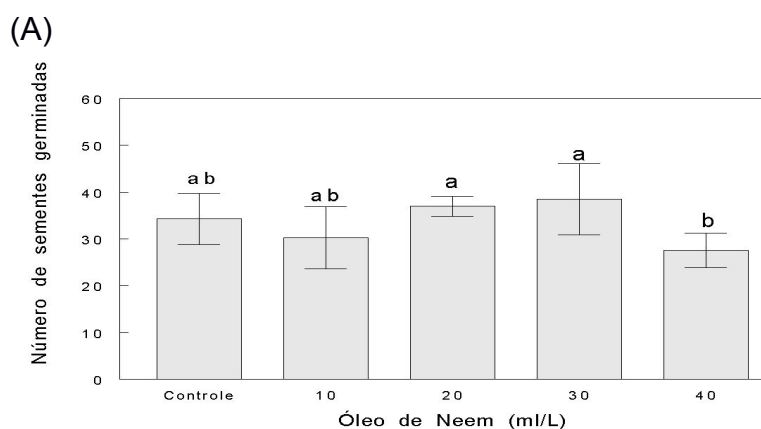
Para a determinação da concentração de proteínas solúveis, um grama de folhas foram homogeneizadas em 3 mL de tampão fosfato de sódio (pH 7,8) 0,05 M,

contendo 1 mM de EDTA e 2% (w/v) de polivinilpirrolidona (PVP). O homogeneizado foi centrifugado a 13.000 x g por 20 minutos a 4 °C e o sobrenadante foi usado para a determinação da proteína. O método de Bradford (1974) foi utilizado para avaliar os níveis de proteínas, o qual faz o uso do azul de coomassie G-250 como reagente de cor.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Metabólitos secundários diversos são encontrados em extratos ou no óleo de *Azadirachta indica*, sendo os mesmos amplamente utilizados como fungicida ou inseticida no manejo ecológico de pragas. No entanto, poucos estudos avaliaram o efeito dos metabólitos provenientes do neem na germinação e crescimento de plantas olerícolas. Koucher (2012) avaliou a aplicação da torta de neem (*Azadirachta indica*) no crescimento de mudas de alface, sendo que as mesmas apresentaram melhor desempenho na sua composição vegetativa, bem como, melhorias nas condições de sanidade. Tanto na torta quanto no óleo de neem são encontradas substâncias de composição química semelhantes (Neves e cols, 2003), sendo o óleo outra alternativa para uso no manejo de plantas espontâneas em sistemas orgânicos de produção. Portanto, no presente estudo verificou-se o efeito do óleo de neem dissolvido em água destilada sobre a cultura da alface, desde a germinação até o ponto de colheita.

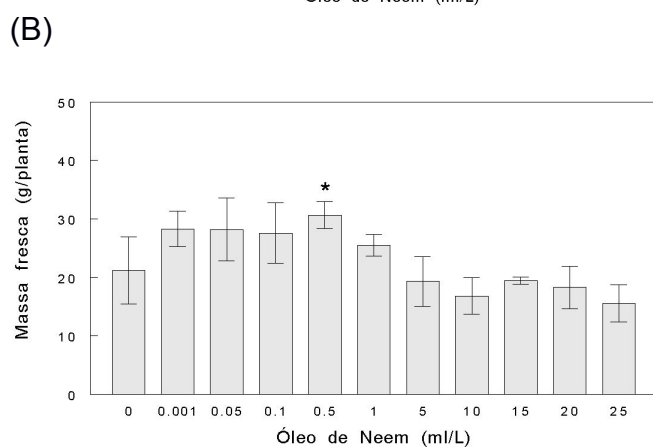
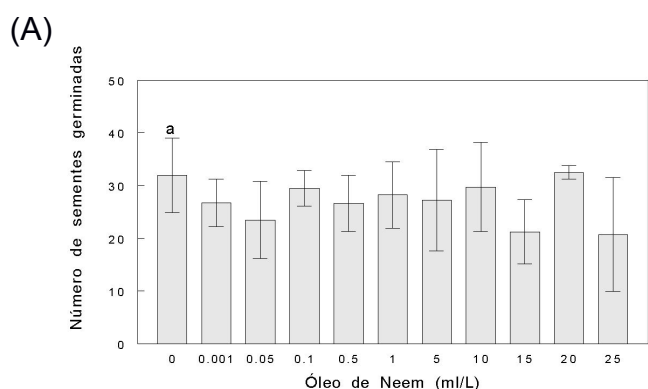
**Figura 1.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*).



Na figura 1 estão ilustrados os dados relativos ao efeito de diferentes doses

de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*). De acordo com os dados, não foram observadas alterações significativas tanto na indução da germinação quanto na inibição da germinação de sementes de alface, o T30 exibiu a melhor atividade, enquanto o T40 o menor desempenho. Corlett e cols (2015) ao avaliar o potencial inibitório do óleo de neem sobre a germinação de sementes de feijão também não observaram alterações significativas. Por outro lado, França e cols (2006) relataram que com o extrato aquoso de neem na concentração (10% p/v), obteve o menor percentual de germinação de sementes de alface com média aproximada de 80%, resultado semelhante ao obtido no presente estudo (Figura 1). Como não foram encontrados resultados significativos para os testes de germinação, optou-se por testar uma faixa de doses mais ampla, a fim de identificar se doses menores poderiam estimular a germinação das sementes de alface. Tais dados estão apresentados nas figuras 2A e 2B.

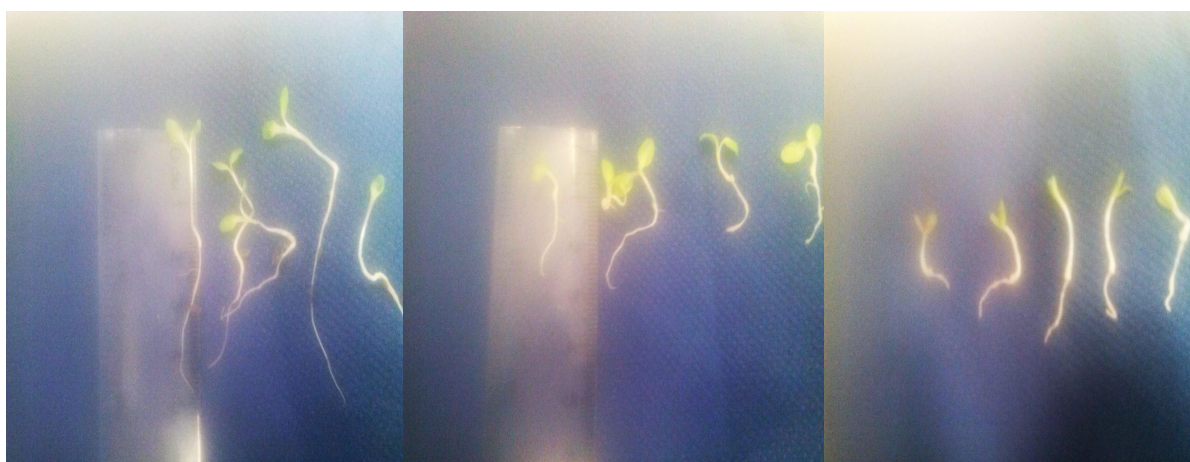
**Figura 2.** Triagem de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre a germinação (A) e massa fresca (B) de sementes de alface (*Lactuca sativa*).





De acordo com os dados, embora uma faixa de doses mais ampla tenha sido testada, nenhuma alteração significativa na germinação de plantas de alface foi observada quando diferentes doses de neem foram aplicadas (Figura 2A). Por outro lado, foi observado um aumento de 14% na massa fresca de plantas de alface tratadas com 0,5 ml/L de óleo de neem, quando comparado ao controle (Figura 2B). Além disso, em concentrações maiores de neem, foram observadas um maior número de plântulas de alface anormais, com radículas necrosadas,(Figura 3).

**Figura 3.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o aspecto geral de plântulas de alface (*Lactuca sativa*).



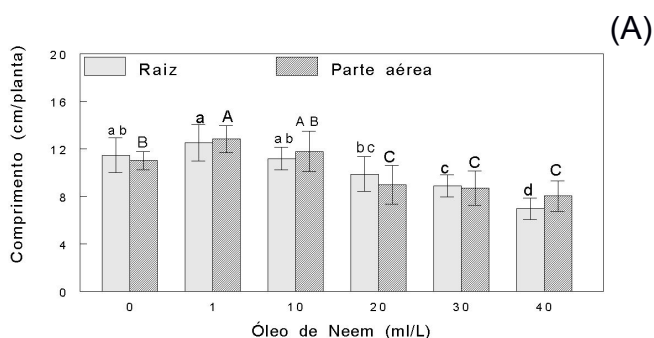
Sebastião (2013) relatou forte interferência dos extratos de folhas de neem sobre sementes das plantas daninhas, reduzindo reduzindo o comprimento da raiz e parte aérea, IVG e G%, sendo a inibição aumentada com o incremento das doses de neem testadas. Além disso, Maraschin-Silva e cols (2006) testaram o potencial alelopático de cinco espécies naturais sobre a germinação da alface (*Lactuca sativa* cv. *Branca Boston*). Os mesmos autores observaram um efeito inibitório nas plântulas, dessa forma os efeitos negativos nos tratamentos podem ser avaliados pelo sensibilidade de algumas sementes aos compostos aleloquímicos.

A ausência de efeito do óleo de neem sobre a germinação das sementes de alface observada neste estudo e em dados obtidos na literatura sugerem que o óleo

pode não estar sendo absorvido pelas sementes durante o processo de germinação. Outra hipótese é que os metabólitos presentes no óleo de neem não influenciam as enzimas que atuam na mobilização de reservas durante a germinação das sementes. De acordo com Ferreira & Áquila (2000) o processo germinativo, devido aos artifícios seletivos e evolutivos, é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento de plântulas, deste modo, as substâncias alelopáticas tendem a induzir o surgimento de plântulas anormais.

Após a triagem de doses do óleo de neem na germinação das sementes (Experimento 1) em laboratório, cinco tratamentos foram escolhidos para os experimentos em bandejas e em solo: T1- (água destilada), T2- (1 mililitro de óleo de neem dissolvidos em 1 litro de água destilada), T3- (10 mililitros de óleo de neem dissolvidos em 1 litro de água destilada), T4-(20 mililitros de óleo de neem dissolvidos em 1 litro de água destilada), T5(30 mililitros de óleo de neem dissolvidos em 1 litro de água destilada) e o T6- (40 mililitros de óleo de neem dissolvidos em 1 litro de água destilada). Utilizou-se como substrato húmus de minhoca em bandejas de poliestireno com volume de 125 ml. Os tratamentos foram aplicados com volume de 200 ml da solução por bandeja a cada quatro dias, com auxílio de uma pisseta graduada.

**Figura 4.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o comprimento de raiz e parte aérea de plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em bandejas.



Na figura 4A estão ilustrados os dados relativos ao efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o comprimento de raiz e parte aérea de plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em bandejas. O óleo de neem aplicado

na dose de 1 ml/L induziu um incremento no comprimento da parte aérea, mas nas doses a partir de 30 ml/L inibiu o crescimento deste órgão em plantas de alface. O mesmo efeito inibitório foi também observado nas mesmas doses para o crescimento de raízes. Tal efeito é melhor visualizado na figura 5 e tabela 1.

**Figura 5.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o aspecto geral de plântulas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em vasos.



**Tabela 1.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o conteúdo de massa fresca e seca e a concentração de clorofila de plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em bandejas .

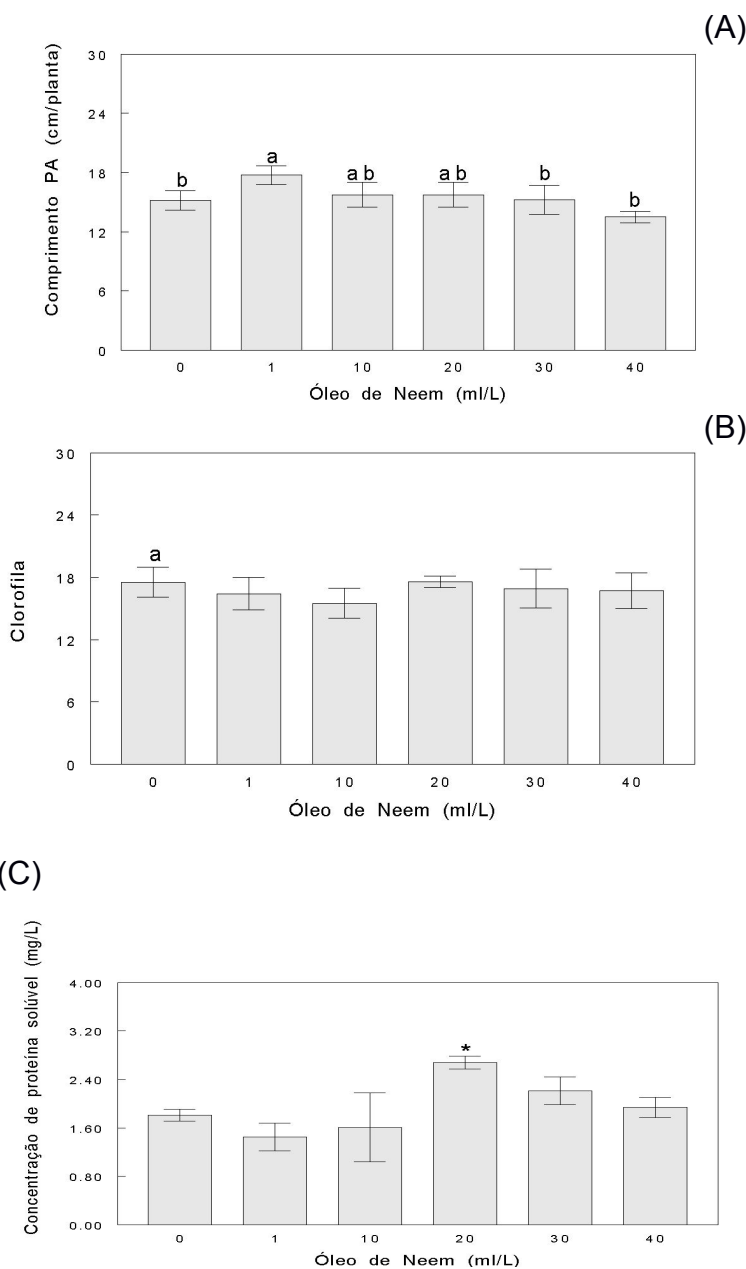
Óleo de Neem (ml L <sup>-1</sup> )	Massa Fresca (g planta <sup>-1</sup> )	Massa Seca (g planta <sup>-1</sup> )	Clorofila
0	2,53	0,162	17,7
1	4,72	0,253	11,8
10	2,64	0,157	8,35
20	1,47	0,117	9,03
30	1,45	0,184	9,58
40	0,97	0,085	8,01

Dados do experimento em bandejas: Plantas no ponto de muda (30 dias)

Os dados apresentados na Tabela 1 ilustram o efeito diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o conteúdo de massa fresca e seca e a concentração de clorofila de plantas alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em bandejas. De acordo com os dados, um incremento na massa fresca foi observado quando plantas de alface foram tratadas com 1 ml/L de óleo de neem, embora uma redução

na biomassa seca e no índice de clorofila tenha sido observado nesta mesma dose. Tais dados sugerem que os compostos presentes no óleo de neem podem induzir um aumento da absorção de água em plantas de alface, mas inibem as rotas metabólicas de síntese de clorofila, levando conseqüentemente a um menor acúmulo de matéria seca nas plantas.

**Figura 6.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre o comprimento da parte aérea (A), índice de clorofila (B) e concentração de proteína (C) de plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em vasos.



Quando as plantas de alface foram cultivadas em vasos, alterações significativas foram observadas somente quanto ao comprimento da parte aérea (Figura 6), não sendo observadas alterações expressivas quanto a biomassa fresca e comprimento de raiz de alface (Tabela 2). A 1 ml/L de óleo de neem o comprimento da parte aérea foi 12% maior quando comparado ao tratamento controle, embora nas doses maiores (30 e 40 mm/L de óleo de Neem) foram observadas reduções significativas no comprimento da parte aérea das plantas de alface (Figura 6A). Os índices de clorofila não sofreram alterações pela aplicação do óleo de neem (Figura 6B), embora tenha sido observado uma redução visível da coloração roxa, bastante marcante em plantas cultivadas em bandejas (Dados não mostrados). Surpreendentemente, um incremento nos níveis de proteínas foi observado quando plantas de alface foram tratadas com 20 ml/L e essa tendência seguiu o mesmo padrão, embora não significativo, para as doses mais elevadas de óleo de neem. De acordo com das Neves e cols (2003) muitos preparados do neem induzem a um aumento da acumulação de proteínas nos grãos de arroz cultivados em condições de campo. Assim, é possível sugerir que as substâncias secundárias presentes no óleo de neem induzem o desvio dos produtos da fotossíntese para as rotas de síntese de proteínas em plantas de alface, podendo estas aumentar as respostas de defesa da planta contra fatores ambientais adversos, tornando a mesma mais resistente a tais fatores.

**Tabela 2.** Efeito de diferentes doses de óleo de Neem (*Azadirachta indica*) sobre a massa fresca e comprimento de raiz de plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em vasos.

Óleo de Neem (ml/L <sup>1</sup> )	Massa fresca (g/planta)	Comprimento de raiz (cm)
0	0,81	9,20
1	0,98	10,8
10	0,81	8,22
20	0,76	7,83
30	0,66	7,56
40	0,57	7,31

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que o óleo de neem não altera a germinação, mas afeta o crescimento, estimulando o acúmulo de biomassa em 21 plantas de alface sob doses baixas e inibindo em doses mais altas. Além disso, o óleo de neem na dose de 20 mL/L induziu um incremento nos níveis de proteínas. Por consequência, este estudo atende ao objetivo inicial, diante das interações/alterações ocorridas. Portanto, sugere-se que mais estudos sejam realizados para definir a dose ideal para estimular ou para inibir o crescimento de plantas a fim de utilizar o óleo de neem no manejo ecológico de plantas espontâneas, bem como entender os mecanismos bioquímicos e fisiológicos envolvidos nestes processos.

## Referências

ANVISA & UFPR; **Seminário de mercado de agrotóxico e regulação**. ANVISA., Brasília, 11 abril de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BERG, J. M. T. e LUBERT, J. (2008), **Bioquímica**. 6.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 545p.

BITTENCOURT, A.M. **O cultivo do Nim Indiano (Azadirachta indica A. Juss): Uma Visão Econômica**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia florestal Setor Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 2006.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Construindo uma Nova Extensão Rural no Rio Grande do Sul. **Revista Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

CARNEIRO, F. F. et al. (Org.) Dossiê ABRASCO: **um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CORLETT, F. M. F. et al. Efeito de óleos essenciais citronela e nim na germinação de sementes de feijão crioulo orgânico cultivados no município de Pelotas, RS. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 10, n. 3, may 2016.

FRANÇA, A. C., SOUZA, I. F., SANTOS, C. C., OLIVEIRA, E. Q. & MARTINOTTO, C. 2008. Atividades alelopáticas de Nim sobre o crescimento de Sorgo, Alface e Picão-preto. **Ciência e Agrotecnologia**, 32(5): 1374-1379.

FERRAZ, S. & VALLE, L.A. Controle de fitonematóide por plantas antagônicas. Viçosa. UFV. 1997. **Cadernos Didáticos**.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204, 2000.

KOUCHER, L. P.; **Produção, beneficiamento e comercialização de hortaliças na chácara beija flor**. 2012, 45p.(Trabalho de conclusão de curso), Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão-PR; 2012

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima: São Carlos/SP, 2000. 531p.

MARASCHIN, S. F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies naturais na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.

MORETTI, C.L. Panorama do processamento mínimo de hortaliças. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**, 3, Viçosa, 2006. Palestras... Viçosa: UFV, 2006. 242

MOSSINI, S.A.G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica*. A. Juss.): múltiplos usos. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, Buenos Aires, v.24, n.1, p.139-148, 2005.

NEVES, B. P. da; OLIVEIRA, I. P. de; MOHN, J. C. Cultivo e Utilização do Nim Indiano. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, 12 p. (**Circular Técnica 62**).



OLIVEIRA, M.N.S. et al. Efeitos alelopáticos do extrato aquoso e etanólico de jatobá do cerrado. **Unimontes Científica**. v.4, n.2, p.143-151, 2002.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Orlando: Academic, 1984.

SANTOS, Joel J. Fundamentos de Custos para Formação do Preço e do Lucro. 5ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

SILVA, T. C.; BORGHEZAN, M.; PEDROTTI, E. L. influência da torta de neem no desenvolvimento das mudas de sálvia (*salvia splendens* sellow). **Acta Biológica Catarinense**. 2015 jan-jun; V. 2, P. 78.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2 ed. ver. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

TACCONI NETO, E. A.; RAMOS, A. S. M.; TACCONI, M. F. F. S.; Fatores que afetam a competitividade na produção de hortaliças orgânicas no estado do rio grande do norte. **Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras**, vol. 12, núm. 2, pp. 249-262. 2010

Viana, P. A.; Prates, H. T.; Ribeiro, P. E. A. **Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de Spodoptera frugiperda no milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

VIEIRA, S. **Análise de Variância: (Anova)**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.

