



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**  
**CAMPUS DE PATOS - PB**



**ÉRIKA DO NASCIMENTO FERNANDES PINTO**

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DO PAU PEDRA (*Luetzelburgia auriculata*  
(Allemão) Ducke) SOBRE A GERMINAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ALFACE  
(*Lactuca sativa* L.)**

**Patos - Paraíba – Brasil**

**2015**

**ÉRIKA DO NASCIMENTO FERNANDES PINTO**

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DO PAU PEDRA (*Luetzelburgia auriculata*  
(Allemão) Ducke) SOBRE A GERMINAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ALFACE  
(*Lactuca sativa* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *campus* de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

**Patos - Paraíba – Brasil**

**2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

P659e Pinto, Érika do Nascimento Fernandes  
Efeitos alelopáticos do pau pedra (*Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke) sobre a germinação e o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) / Érika do Nascimento Fernandes Pinto – Patos, 2015.  
63f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2015.

"Orientação: Prof. Dr. Jacob Silva Souto".

Referências.

1. Alelopatia. 2. Extratos aquosos. 3. Esterco bovino. 4. Semiárido brasileiro. I. Título.

CDU 574

**ÉRIKA DO NASCIMENTO FERNANDES PINTO**

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DO PAU PEDRA (*Luetzelburgia auriculata*  
(Allemão) Ducke) SOBRE A GERMINAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ALFACE  
(*Lactuca sativa* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

**Prof. Dr. Jacob Silva Souto**

Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/CSTR/UFCG  
(Orientador)

---

**Prof. Dr. Francisco Tomaz de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)  
(1º Examinador)

---

**Dr. Francisco de Assis Pereira Leonardo**

Bolsista PNPd/CAPES/UFCG - PPGCF  
(2º Examinador)

A compreensão e o amor do meu esposo **Sérgio Ricardo** e da minha filha **Lara Júlia** foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. A eles **DEDICO**.

Aos meus pais **José Maria** (*in memoriam*) e **Gracinete**, ao meu padrasto **Aluízio** e às minhas irmãs **Tássia** e **Nadja**, por serem sempre muito mais do que apenas parentes, **OFEREÇO**.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. JACOB SILVA SOUTO, pelas orientações fundamentais, pelos conhecimentos repassados, pela confiança, compreensão e paciência demonstradas e por todo aprendizado adquirido a cada encontro nosso durante a construção deste trabalho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande – *campus* de Patos, especialmente aos(às) professores(as) Jacob Silva Souto, Patrícia Carneiro Souto, Ivonete Alves Bakke, Naelza de Araújo Wanderley, Olaf Andreas Bakke e Carlos Eduardo Alves Soares, com os quais tive significativas oportunidades de construção do conhecimento durante as aulas e os trabalhos desenvolvidos;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *campus* de Patos, na pessoa do professor Hélio Rodrigues, pela compreensão e apoio durante esse tempo de dedicação à conclusão do mestrado;

Ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas – LABNUT, na pessoa do Dr. Francisco Leonardo, pelas sugestões valiosas e, principalmente, pelas análises estatísticas;

Aos Engenheiros Florestais César Henrique e Roberto Barroso, pela significativa colaboração na instalação dos experimentos, na coleta de dados e pela amizade construída nesses dois anos;

Ao Professor Dr. Francisco Tomaz de Oliveira, por ter aceitado contribuir com as melhorias deste trabalho, participando da banca examinadora;

Aos funcionários Nara, Paulo, Sr. João e Sr. Walter, pela fundamental prestação de serviços;

Aos colegas de curso Jorge Camaño, Franciandro Dantas, Edjane Lucena, Pedro Silvino, Islanny Alvino, Robsom Victor e Kelly Dayane, pela troca de experiências e espírito de amizade vivenciados durante esses dois anos;

Às amigas do IFPB Ligiane Gomes, Renata Paiva, Susana Lucena e Thayse Azevedo, com as quais compartilhei os momentos de alegrias e frustrações durante a realização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

*folha*

<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	11
Figura 1 – Indivíduo jovem de <i>L. auriculata</i> em estação chuvosa.....	14
Figura 2 – Folhas de <i>L. auriculata</i> .....	14
Figura 3 – Indivíduo de <i>L. auriculata</i> durante frutificação.....	15
Figura 4 – Fruto (A e B) e semente (C) de <i>L. auriculata</i> .....	15
Figura 5 – Vista polar do pólen de <i>L. auriculata</i> .....	16
Figura 6 – Raízes de <i>L. auriculata</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 1: EFEITOS ALELOPÁTICOS DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS E RAÍZES DE <i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DA ALFACE (<i>Lactuca sativa</i> L.)</b> .....	23
Figura 1 – Mapa do Estado da Paraíba indicando a localização do município de Várzea, local onde foi coletado o material para o estudo .....	27
Figura 2 – Povoamento de indivíduos adultos de <i>L. auriculata</i> , de onde foram coletadas folhas e raízes .....	27
Figura 3 – Folhas de <i>L.auriculata</i> coletadas para preparo do extrato aquoso.....	28
Figura 4 – Extrato bruto preparado a partir das folhas coletadas de <i>L. auriculata</i> .....	28
Figura 5 – Raízes de <i>L. auriculata</i> coletadas para preparo do extrato aquoso.....	29
Figura 6 – Extrato bruto preparado a partir das raízes coletadas de <i>L. auriculata</i> .....	29
Figura 7 – Sementes acondicionadas em papel <i>germitest</i> , contendo o extrato de folhas para bioteste.....	30
Figura 8 – Câmara de germinação, utilizada para os biotestes .....	30
Figura 9 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface sob efeito de extrato aquoso das folhas de <i>L. auriculata</i> em diferentes concentrações.....	32
Figura 10 – Germinação de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso das Folhas de <i>L. auriculata</i> .....	34
Figura 11 – Comprimento da radícula de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso das folhas de <i>L. auriculata</i> .....	35
Figura 12 – Sementes de alface após 5 dias de semeadura, submetidas ao extrato aquoso das folhas de <i>L. auriculata</i> .....	36
Figura 13 – Sementes de alface após 5 dias de semeadura, submetidas ao tratamento testemunha (sem extrato aquoso da folha de <i>L. auriculata</i> ) .....	36

Figura 14 – Comprimento do hipocótilo de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da folha de <i>L. auriculata</i> .....	37
Figura 15 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface sob efeito de extrato aquoso da raiz de <i>L. auriculata</i> em diferentes concentrações .....	39
Figura 16 – Germinação de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da raiz de <i>L. auriculata</i> .....	40
Figura 17 – Comprimento da radícula de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da raiz de <i>L. auriculata</i> .....	41
Figura 18 – Comprimento do hipocótilo de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da raiz de <i>L. auriculata</i> .....	42

**CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DE SOLO SOB POVOAMENTO DE *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) .....**

Figura 1 – Povoamento de <i>L. auriculata</i> , de onde foi coletado o solo para os tratamentos da pesquisa .....	53
Figura 2 – Indicação do local de onde foi coletado o solo externo ao povoamento de <i>L. auriculata</i> , para o tratamento testemunha da pesquisa .....	53
Figura 3 – Vasos contendo os substratos para semeadura no dia seguinte .....	54
Figura 4 – Plantas aos treze dias após a semeadura, período do desbaste .....	54
Figura 5 – Plantas de alface no dia da colheita, demonstrando diferenças visuais em função dos tratamentos aplicados. ....	58

## LISTA DE TABELAS

*folha*

### **CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM SOLO SOB POVOAMENTO DE *Luetzelburgia auriculata* (Allemano) Ducke. .... 49**

- Tabela 1 – Denominação dos tratamentos utilizados e seus respectivos valores em porcentagens do Solo da Área Externa ao povoamento (SAE), do Solo do Povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (SPL), e do Esterco bovino (E) utilizados. .... 54
- Tabela 2 – Resultados da análise química do Solo da Área Externa ao povoamento (SAE) e do Solo do Povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (SPL)..... 56
- Tabela 3 – Atributos químicos dos substratos utilizados como tratamentos no experimento após a colheita das plantas de alface..... 57
- Tabela 4 – Resultados do comprimento da parte aérea (CA) e comprimento da raiz (CR) das plantas de alface submetidas aos diferentes tratamentos ..... 59
- Tabela 5 – Resultados do peso da massa fresca da parte aérea (MFA), área foliar (AF) e número de folhas (NF) das plantas de alface submetidas aos diferentes tratamentos ... 59

## SUMÁRIO

folha

RESUMO .....	09
ABSTRACT .....	10
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	11
1 INTRODUÇÃO .....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	13
2.1 A Caatinga e suas espécies nativas.....	13
2.2 Características gerais de <i>Luetzelburgia auriculata</i> .....	14
2.3 Alelopatia .....	16
2.4 Germinação e desenvolvimento da cultura da alface.....	18
REFERÊNCIAS .....	20

CAPÍTULO 1: EFEITOS ALELOPÁTICOS DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS E RAÍZES DE <i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DA ALFACE ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	23
--	----

RESUMO .....	23
ABSTRACT .....	24
1 INTRODUÇÃO .....	25
2 MATERIAL E MÉTODO .....	27
2.1 Local e material de estudo .....	27
2.2 Experimentos I e II - extratos aquosos das folhas e das raízes de <i>Luetzelburgia auriculata</i> , respectivamente .....	28
2.2.1 Preparo do extrato das folhas .....	28
2.2.2 Preparo do extrato das raízes .....	28
2.2.3 Aplicação dos extratos nos experimentos I e II.....	29
2.2.4 Delineamento dos experimentos I e II.....	30
2.3 Parâmetros avaliados - experimentos I e II .....	30
2.3.1 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) .....	30
2.3.2 Porcentagem de germinação (%G).....	31
2.3.3 Comprimento de radícula e hipocótilo.....	31

<b>2.4 Análise estatística</b> .....	31
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>3.1 Extrato aquoso foliar de <i>Luetzelburgia auriculata</i> – experimento I</b> .....	32
3.1.1 <i>Germinação em ambiente controlado</i> .....	32
3.1.2 <i>Crescimento inicial de plântulas em câmara de germinação</i> .....	34
<b>3.2 Extrato aquoso de raízes de <i>Luetzelburgia auriculata</i> – experimento II</b> .....	38
3.2.1 <i>Germinação em ambiente controlado</i> .....	38
3.2.2 <i>Crescimento inicial de plântulas em câmara de germinação</i> .....	41
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

<b>CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DE SOLO SOB POVOAMENTO DE <i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DA ALFACE (<i>Lactuca sativa</i> L.)</b> .....	49
--	----

<b>RESUMO</b> .....	49
<b>ABSTRACT</b> .....	50
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	51
<b>2 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	53
2.1 <i>Coleta de solo e aquisição de esterco para instalação do experimento</i> .....	53
2.2 <i>Instalação e delineamento do experimento</i> .....	54
2.3 <i>Parâmetros avaliados</i> .....	55
2.4 <i>Análise estatística</i> .....	55
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	56
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	61
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62

## RESUMO

Estudos dos efeitos alelopáticos de espécies vegetais são de grande importância para o conhecimento de espécies da Caatinga. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos alelopáticos do pau pedra (*Luetzelburgia auriculata*), através da utilização de extratos aquosos de raízes e folhas e do solo de um povoamento dessa espécie, sobre a germinação e o crescimento da alface. Foram realizados três experimentos em DIC: os dois primeiros instalados em câmara de germinação TE 402, por sete dias, fotoperíodo de 12 horas-luz e temperatura constante de 20°C, utilizando-se sementes de alface em papel *germitest*, no primeiro com extrato aquoso das folhas de *L. auriculata* e, no segundo, com extrato aquoso das raízes de *L. auriculata*. Em ambos, analisou-se índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de germinação (%G) e comprimento de radícula e hipocótilo de plântulas de alface. Os resultados obtidos, submetidos à análise da variância e ao modelo de regressão quadrática, expressaram que as sementes germinadas em extrato de raízes e em extrato foliar, quando comparados à testemunha, foram afetadas negativamente pelos referidos extratos. No terceiro experimento, em vasos, conduzido em Viveiro, semearam-se sementes de alface em solo coletado a 0-20 cm de profundidade de um povoamento de *L. auriculata*, com e sem esterco bovino, e em solo de uma área externa ao povoamento (0-20 cm), buscando verificar o desenvolvimento das plantas de alface. Aos 63 dias da semeadura, realizou-se a colheita e mensurou-se o comprimento da parte aérea, da raiz, peso da massa fresca da parte aérea, área foliar e número de folhas de cada planta e a análise química dos substratos (solos e solo+esterco). Aplicou-se a ANOVA, o teste de Tukey a 5% de probabilidade e observou-se haver diferenças significativas entre plantas desenvolvidas no solo da área externa ao povoamento (SAE) e plantas desenvolvidas no solo do povoamento da *L. auriculata* (SPL), com e sem o esterco bovino, fato justificado pela alta quantidade de nutrientes em SPL. Nos tratamentos com as proporções de 50 e 75% de esterco bovino, não houve desenvolvimento das plantas de alface, em função da toxicidade gerada pela alta quantidade de nutrientes presentes nesses substratos. Os resultados obtidos nos dois primeiros experimentos sugerem que extratos das folhas e das raízes de *L. auriculata* possuem efeito alelopático negativo sobre a germinação de sementes da alface e, no terceiro experimento, os dados sugerem que o solo do povoamento da *L. auriculata* não possui efeitos alelopáticos, influenciando positivamente no desenvolvimento das plantas da alface pelo alto teor de nutrientes.

**Palavras-chave** – alelopatia; extratos aquosos; esterco bovino; semiárido brasileiro.

## ABSTRACT

Allelopathic effects from studies of plant species are of great importance to the knowledge of species of Caatinga, so the aim of this study was to evaluate the allelopathic effects of the “pau pedra” (*Luetzelburgia auriculata*) through the use of aqueous extracts of roots and leaves and soil of a stand of this kind, on germination and growth of the lettuce. Three experiments were performed on DIC: the first two installed in a germination chamber TE 402 for seven days, photoperiod of 12 hours light and constant temperature of 20°C, using lettuce seeds germitest paper, at first with an aqueous extract of leaves of *L. auriculata* and the second with aqueous extract roots of *L. auriculata*. In both analyzed germination speed index (GSI), germination percentage (%G) and length of radicle and hypocotyl of lettuce seedlings. The results were submitted to analysis of variance and quadratic regression model, they expressed that the seeds germinated in extract of roots and leaf extract, compared to the control, were negatively affected by these statements. In the third experiment, in pots, conducted in nursery, seeded lettuce seeds in soil collected at 0-20 cm depth of a settlement *L. auriculata*, with or without cattle manure and soil in an area outside the settlement (0-20 cm), in order to verify the development of plants lettuce. After 63 days of sowing, he held the harvest and measured the length of shoot, root, fresh weight of shoot weight, leaf area and number of leaves from each plant and the chemical analysis of substrates (soil and soil + manure). It applied to ANOVA, Tukey's test at 5% probability and observed significant differences between plants grown in the soil of the area outside the settlement (SAO) and plants grown in soil settlement of *L. auriculata* (SAS) with and without manure, fact justified by the high amount of nutrients in SAS. In the treatments with the proportions of 50 and 75% of manure there was no development of plants lettuce, due to the high toxicity caused by the amount of nutrients present in these substrates. The results obtained in the first two experiments suggest that extracts of leaves and roots *L. auriculata* have negative allelopathic effect on lettuce seed germination and in the third experiment, the data suggest that soil the *L. auriculata* settlement not have any effect allelopathic, positively influencing the development of plants lettuce at high nutrient content.

**Key words** – allelopathy; aqueous extracts; cattle manure; Brazilian semiarid.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1 INTRODUÇÃO

A alelopatia é um fenômeno que passou a ser aceito e explicado cientificamente há não mais de 100 anos. Por muito tempo, acreditou-se se tratar da geração de substâncias sem função específica, sendo até consideradas como anomalias de algumas espécies. No entanto, hoje se sabe que as substâncias produzidas nesse processo (metabólitos secundários) possuem importante função na vida das espécies, sejam doadoras ou receptoras.

Para Montanari Júnior (2002), o metabolismo secundário não é essencial para o crescimento e o desenvolvimento do indivíduo, como o metabolismo primário, mas é essencial para a sobrevivência e continuidade da espécie dentro do ecossistema, sendo responsável pelas relações entre o indivíduo e o ambiente onde ele se encontra. Segundo Chou (1999), a alelopatia é considerada um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância e sucessão de plantas, formação de comunidades, vegetação clímax e manejo.

Há uma relação complexa e diversificada de interações químicas planta-planta, tornando-se grande a necessidade de um entendimento mais aprimorado da ação dos aleloquímicos envolvidos nessas interações, já que grandes áreas de vegetações nativas estão sendo destruídas, com a extinção de espécies, sem que se conheça o potencial e os benefícios desses indivíduos (LARCHER, 2004).

Tais aleloquímicos ultrapassam o número de 10 mil grupados em várias classes, de acordo com suas características, e dificilmente agem como fator isolado, porém suas interações e ações sinérgicas somadas às condições do ambiente propiciam a interferência alelopática (ALMEIDA, 1988), evidenciando, assim, a grande importância de estudos contínuos sobre alelopatia.

Outro fator que demonstra a importância desses estudos é o seu aproveitamento agrícola. Segundo Ferreira e Áquila (2000), a atividade dos aleloquímicos vem sendo utilizada na agricultura, como alternativa ao uso de pesticidas. Estas substâncias oriundas do metabolismo secundário vegetal, não nocivas ao homem, ao ambiente e relativamente menos onerosas ao agricultor, representam vantagem na evolução das espécies contra a ação de patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes, inibindo o crescimento de outras plantas ou estimulando o crescimento das suas próprias sementes.

No entanto, tais efeitos alelopáticos ainda são pouco estudados em algumas das mais de 5.300 espécies vegetais da Caatinga, que é um bioma exclusivamente brasileiro e ocupa uma área

de 844.453 km<sup>2</sup>, ou seja, 11% do território nacional (MMA, 2014). Segundo Ferreira et al. (1992), o conhecimento da ação alelopática de espécies nativas é incipiente no Brasil, considerando-se a extensão territorial e a diversidade florística. Para Angelotti et al. (2009), dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é o menos conhecido cientificamente e sempre foi visto como um espaço pouco importante. Silveira et al. (2014) consideram que ainda são poucos os estudos sobre a ação alelopática de espécies nativas no Brasil.

A Caatinga, por sua vez, possui uma grande diversidade biológica e um elevado potencial econômico (VELLOSO et al., 2002), e os efeitos alelopáticos encontrados em espécies nativas desse bioma podem influenciar na agricultura (BRITO, 2010), trazendo inúmeros benefícios para o meio ambiente e a saúde humana, considerando que são diversos os contextos em que se podem verificar os danos causados pelos produtos químicos sintéticos, que poderiam ser substituídos por produtos naturais originados de espécies alelopáticas.

Espécies nativas têm sido muito estudadas nos aspectos estruturais e de produção. Contudo, pouco tem sido pesquisado sobre a bioquímica e seus processos alelopáticos (SILVEIRA et al, 2014). A observação desse fenômeno torna-se difícil no campo, pois não há como observar se o dano causado foi devido à subtração de um fator como água, luz e nutrientes ou à adição de algum aleloquímico ao meio (BRITO, 2010), gerando, assim, a necessidade da realização de biotestes através da utilização de extratos aquosos de partes de plantas sobre a germinação de espécies indicadoras como a alface, que permite verificar a presença ou não de substâncias alelopáticas numa espécie.

Nesse contexto, *Luetzelburgia auriculata* tem uma representatividade significativa, pois é uma espécie endêmica pouco estudada, que tem chamado a atenção pela forma como ocorre na paisagem, normalmente em reboleiras, sugerindo rusticidade, desenvolvendo-se em terrenos secos e pedregosos e mantendo-se com folhagem verde, mesmo em grande parte no período seco.

Assim, considerando a importância do fenômeno da alelopatia para os ecossistemas, as características da espécie investigada e os poucos testes realizados com essa Fabaceae, o presente trabalho objetivou investigar os efeitos alelopáticos de folhas e raízes de *Luetzelburgia auriculata* e de seu solo sobre a germinação e o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa*), através de testes em laboratório e em viveiro.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A Caatinga e suas espécies nativas

Há pouco tempo, a Caatinga vem deixando de ser considerada um bioma desvalorizado e mal conhecido botanicamente. A fama de bioma pobre, homogêneo e sem potencial econômico está ultrapassada. Hoje, mesmo com as grandes alterações antrópicas que sofre há mais de 500 anos, e que vêm se intensificando, à medida que a população cresce, sabe-se que a Caatinga é um ambiente heterogêneo, com grande variedade florística e da fauna, apresentando áreas, principalmente nas altitudes mais elevadas, ainda bem preservadas (GIULIETTI et al., 2010).

O resultado da primeira etapa do “Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga”, em 2001, consolidou a concepção dessa grande biodiversidade do bioma. Na ocasião, cientistas das áreas correlatas definiram ser a Caatinga formada por 9 ecorregiões: cada ecorregião é, segundo Velloso et al. (2002), uma unidade relativamente grande de terra e água delineada pelos fatores bióticos e abióticos que regulam a estrutura e função das comunidades naturais que lá se encontram, fato que gerou a atual referência a Caatingas, ao invés de Caatinga simplesmente.

Giulietti et al. (2010) listaram, em 2002, 18 gêneros e 318 espécies endêmicas, pertencentes a 42 famílias, sendo a família com mais espécies endêmicas a Leguminosae (80), que é também o grupo mais bem representado nas Caatingas. Dessas 318 espécies endêmicas listadas, *Luetzelburgia auriculata* está entre elas, pertencendo à família Leguminosae (atualmente Fabaceae), subfamília Papilionoideae.

As espécies vegetais do bioma possuem variadas formas de uso, dentre as quais, segundo Giulietti et al. (2010), destacam-se a alimentação humana, a agricultura, pastagem, produção de lenha e carvão e outros usos que requerem seleção e coleta da vegetação nativa para extrativismo de óleos, ceras, látex, produtos químicos e substâncias medicinais, assim como madeira e ornamentação.

Nesse contexto, *Luetzelburgia auriculata* aparece como uma espécie com significativo potencial alelopático pelas suas características de rusticidade e pela forma como aparece na paisagem, agrupada em povoamentos e desenvolvendo-se em solos pedregosos.

### 2.2 Características gerais de *Luetzelburgia auriculata*

A *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke, segundo Lista de Espécies da Flora do Brasil, é uma angiosperma da flora brasileira que tem como heterotípicos a *Luetzelburgia*

*brasiliensis* Yakovlev, *Luetzelburgia pallidiflor* (Rizzini) H. C. Lima, *Luetzelburgia pterocarpoides* Harms, *Vataireopsis pallidiflor* Rizzini e o homotípico *Bowdichia freirei* Ducke. É uma arbórea nativa e endêmica do Brasil, que possui forma de vida terrícola (Figura 1), sendo conhecida por diferentes nomes, em função do Estado no qual ocorre, como por exemplo: Angelim-da-folha-miúda (Piauí), Pau-de-chapada (Maranhão), Pau-mocó (Ceará) e Pau-pedra (Rio Grande do Norte).

Lorenzi (1992) acrescenta que *L. auriculata* também é conhecida pelos nomes vulgares de guaiçara e pau-ripa e possui as seguintes características morfológicas e fenológicas: a altura varia de 10 a 22 m, o diâmetro do tronco de 50 a 70 cm, as folhas (Figura 2) são compostas imparipinadas, com 9 a 19 folíolos glabros, subcoriáceos, superfície superior luzidia, de 3 a 7 cm de comprimento por 15 a 25 mm de largura, florescendo durante os meses de dezembro a fevereiro e frutificando de março a maio, com a planta ou os ramos que contêm os frutos totalmente sem folhas (Figura 3).

Figura 1 – Indivíduo jovem de *L. auriculata* em estação chuvosa



Fonte: Souto, 2014.

Figura 2 – Folhas de *L. auriculata*



Fonte: Souto, 2014.

Silva et al (1995) descreveram a morfologia do fruto e da semente dessa espécie e classificaram o fruto como sendo do tipo sâmara, seco, indeiscente, glabro, elíptico, plano, medindo 6,0-7,5 cm de comprimento por 1,5-2,0cm de largura, estipetada, sutura de aproximadamente 0,2 cm na parte superior da asa; coloração pardo-escuro; núcleo seminífero basal, oval, apresentando uma estrutura semelhante a uma asa nos dois lados, com aproximadamente 1,5 cm de comprimento de coloração marrom-escuro, cariáceo; bordos ondulados partindo de um dos lados do núcleo seminífero, apiculado na extremidade e gerando uma semente apenas. Essa, por sua vez, é oblonga-elíptica, com 1,9-2,5 cm de comprimento e 1,0-1,5 cm de largura; bordos arredondados e afinados na parte superior; extremo hilar bem marcado

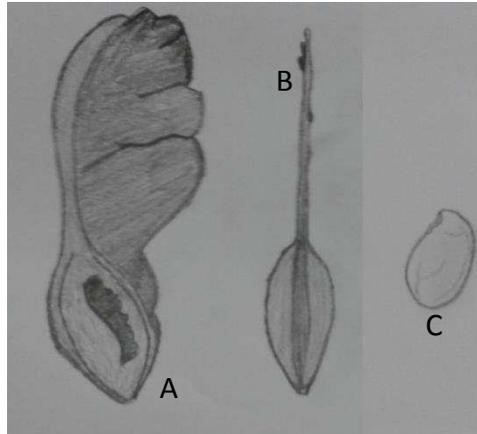
pela ponta da radícula, possuindo tegumento fino; testa castanho-avermelhada, lisa, brilhosa; tégmen esbranquiçado; hilo circular lateral, pequeno e esbranquiçado, rafe pouco visível (Figura 4).

Figura 3 – Indivíduo de *L. auriculata* durante frutificação



Fonte: Queiroz, 2012.

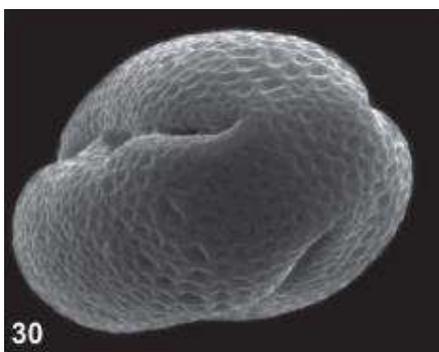
Figura 4 – Fruto (A e B) e semente (C) de *L. auriculata*



Fonte: Pinto, 2014.

Em estudo sobre a tipificação polínica realizado com Papilionoideae em área da Caatinga, *L. auriculata* ficou no grupo das que apresentaram grãos de pólen (Figura 5) menores que 25  $\mu\text{m}$  (BURIL et al, 2011) e, de suas raízes, conforme Matos et al. (1988), no período de seca, é produzida fécula, que excepcionalmente é utilizada na alimentação humana (Figura 6).

Figura 5 – Vista polar do pólen de *L. auriculata*



Fonte: Buril et al, 2011.

Figura 6 – Raízes de *L. auriculata*



Fonte: Pinto, E. N. F. 2014.

Por apresentar uma copa globosa, com folhas verdes escuras brilhantes, essa Fabaceae é bastante ornamental, sendo excelente para paisagismo, principalmente em ruas e avenidas, porém, infelizmente, não se percebe ainda um interesse dos paisagistas. É uma planta rara, decídua ou semidecídua no inverno, heliófita, que chama a atenção na paisagem por crescer em locais abertos, terrenos altos e bem drenados e ser adaptada também a terrenos pedregosos e rasos, desenvolvendo-se bem em reboleiras. Por essas características, é uma espécie indicada para

plantios mistos com a finalidade de recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992).

De acordo com Oliveira et al. (2002), *Luetzelburgia auriculata* é uma espécie que possui sementes ricas em proteínas e lipídios que não são consumidos por animais e seres humanos, devido à elevada toxicidade como relatado por pessoas nativas. Segundo Soares (2007), em relação ao peso, essas sementes possuem 16% de gordura e 37% de proteínas.

Quanto à alelopatia nessa espécie, existem estudos que sugerem haver produtos secundários, com substâncias ativas, porém, ainda não identificadas. Acredita-se que *Luetzelburgia auriculata* tenha características alelopáticas, que, se comprovadas, podem ser benéficas em associação com outras espécies.

### **2.3 Alelopatia**

Desde a antiguidade, sabe-se que algumas espécies vegetais podem influenciar no desenvolvimento de outras que estão nas suas proximidades. Durante muito tempo, esse fato foi considerado como um fenômeno inexplicável (RODRIGUES et al, 1993).

A ideia de que uma planta pode influenciar no crescimento de outras é bem conhecida na agricultura, sendo o primeiro registro sobre a capacidade das plantas interferirem no desenvolvimento de outras próximas descrito por Democritus, em 500 a.C. Posteriormente, Theophrastus (300 a.C.), um discípulo de Aristóteles, observou o fenômeno em plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), que esgotavam os nutrientes do solo e ainda destruíam as plantas invasoras, comparadas com outras espécies. O botânico De Candolle, em 1832, sugeriu que o cansaço da terra na agricultura era decorrente de exudatos liberados pelas plantas da própria cultura (RICE, 1984).

De acordo com Oliveira Júnior et al. (2011), só na primeira metade do século XX, o fenômeno da alelopatia foi denominado e aceito como explicável, pois percebeu-se que, nas comunidades vegetais, algumas plantas poderiam interagir de maneira positiva, negativa ou neutra, podendo interferir, de forma benéfica ou não, no crescimento de outras que se desenvolvem no mesmo habitat que elas. O termo “alelopatia” originou-se das palavras gregas *alleton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo).

Rice (1984) afirma que, quando um organismo libera substâncias químicas no ambiente e essas interagem inibindo ou estimulando o crescimento e/ou o desenvolvimento de outro organismo presente no mesmo ambiente, acontece o fenômeno da alelopatia. Tais substâncias químicas, denominadas de fitotoxinas, aleloquímicos, produtos secundários ou substâncias

alelopáticas são liberadas dos tecidos vegetais através da volatilização, lixiviação, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais.

A IAS (International Allelopathy Society), desde 1996, agregou à definição de alelopatia os processos que envolvem a produção de metabólitos secundários por plantas, microorganismos, vírus e fungos que influenciam no crescimento e no desenvolvimento de sistemas florestais, agrícolas e biológicos.

Segundo Araldi (2011), por muito tempo, os aleloquímicos foram considerados como produtos de excreção do vegetal, com estruturas químicas e propriedades biológicas desconhecidas. No entanto, hoje, sabe-se que a adequação da planta produtora a seu meio está diretamente relacionada à presença dessas substâncias. Outro fator importante do metabolismo secundário dos vegetais é a elevada capacidade biossintética: uma mesma espécie pode produzir diversas substâncias e em grande quantidade, podendo esses metabólitos secundários interferir na conservação, germinação de sementes, crescimento de plântulas e no vigor vegetativo de plantas adultas, fato que sugere o condicionamento de uma área vegetativa às plantas pré-existentes e aos aleloquímicos liberados no meio e no solo.

Outro dado importante é que, nessa interação vegetal, a alelopatia é um dos mecanismos componentes da seleção natural que pode consistir na principal causa de redução da biodiversidade e extinção de espécies, superando até o impacto das ações antrópicas, às quais normalmente se atribui a culpa. Estudos mostram que a alelopatia é um processo ecológico importante na regulação das populações vegetais, sendo também um componente de processos evolutivos dos vegetais (CHOU, 2014).

Segundo Chapla e Campos (2010), o sucesso significativo de espécies na invasão de pastagens abandonadas, por exemplo, pode ser parcialmente causado por alelopatia, principalmente devido à sua capacidade para diminuir a diversidade nos estratos inferiores da floresta.

## **2.4 Germinação e desenvolvimento da cultura da alface**

A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta hortícola da família Asteraceae, de origem europeia, com altura variando de 0,1 a 0,4 metros e ciclo de vida anual. Após a semeadura, leva em torno de seis dias para germinar, sendo a colheita feita entre 50 e 70 dias após a semeadura (HENZ e SUINAGA, 2009).

Seu processo de germinação, assim como o de qualquer outro vegetal, inicia-se com a embebição aquosa, sendo que esta ocorre de forma trifásica. Primeiramente, ocorre rápida

absorção de água (fase I) seguida de uma fase estacionária com pouca troca no conteúdo de água (fase II), caracterizada pela ativação do metabolismo da germinação e, subsequente, aumento no conteúdo de água, coincidindo com o rápido crescimento da radícula (fase III). A reidratação do protoplasma desencadeia todo o processo metabólico, devido ao aumento da respiração e, conseqüentemente, acréscimo de energia que favorece o crescimento do embrião (BEWLEY, 1997).

Segundo Felix (2012), problemas originados durante a germinação de uma semente, como dormência, baixo vigor (causado por aleloquímicos) e baixa longevidade ou, no caso de experimento, devido aos fatores ambientais na condução do teste de germinação e desenvolvimento, podem gerar uma baixa porcentagem de germinação e retardo no desenvolvimento das plântulas.

Assim, estudos são realizados com a aplicação de extratos aquosos em sementes de alface para verificar germinação e desenvolvimento de plantas. Para Sousa Filho et al (1997), as sementes são excelentes organismos para bioensaios, pois, quando são reidratadas, elas entram no processo de germinação, quando sofrem rápidas mudanças fisiológicas e tornam-se altamente sensíveis ao estresse ambiental. Algumas espécies utilizadas como cobertura apresentam efeito inibitório através de substâncias químicas liberadas no solo pela sua decomposição, reduzindo a germinação de certas plantas no solo.

No caso da alface, suas sementes têm uma sensibilidade significativa à alteração de fatores ambientais, fazendo com que essa seja considerada uma espécie indicadora, sendo também a mais sensível a substâncias aleloquímicas que possam estar presentes no ambiente. Os sintomas de alelopatia, além da morte de sementes, são o crescimento reduzido, o amarelecimento de folhas e, nos casos mais extremos, o secamento de galhos e a morte da planta (ARALDI, 2011).

De acordo com Almeida (1988), funções como o crescimento, a assimilação de nutrientes, a fotossíntese, a síntese de proteínas, a respiração, a permeabilidade da membrana celular e a atividade enzimática de um vegetal são as mais afetadas pela presença de substâncias alelopáticas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina, IAPAR, 1988. 60 p. (IAPAR Circular 53).
- ANGELIOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. **Mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro**. Petrolina-PE. Embrapa semiárido. 2009. 295 p.
- ARALDI, D. B. **Interferência alelopática de extratos de *Hovenia dulcis Thunb.* na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Parapiptadenia rigida (benth.) Brenan.*** 2011. 218 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, 1997.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 398 p.
- BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho**. 2010. 54 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB.
- BURIL, et al. Tipificação polínica em Leguminosae de uma área prioritária para conservação da Caatinga: Caesalpinioideae e Papilionoideae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 699-712, 2011.
- CHAPLA, T. E.; CAMPOS, J. B. Allelopathic Evidence in Exotic Guava (*Psidium guajava* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, p. 1359-1362, 2010.
- CHOU, C. H. Biochemical interactions among plants: Allelopathy as ecosystem regulator. **Encyclopedia of Life Support Systems-EOLSS**. Disponível em: <<http://www.eolss.net/sample-chapters/c03/e6-54-10-05.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2014.
- CHOU, C. H. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 18, p. 609-636. 1999.
- FELIX, R. A. Z. **Efeito alelopático de extratos de *Amburana cearensis (Fr. All.) A.C. Smith* sobre a germinação e emergência de plântulas**. 2012. 100 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A.; JACOBI, U. S. e RIZVI, V. Allelopathy in Brazil. In: RIZVI, S. J. H. e V. RIZVI (eds.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 243-250.
- GIULIETTI, A. M. *et al.* **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. AGEITEC - Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. 2010. Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade\\_Caatinga\\_parte2.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade_Caatinga_parte2.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2014.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 75).

LABOURIAU, L.G. **A Germinação das sementes**. Washington, Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos. 1983. 174 p.

**Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 Set. 2014

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 1992. 352 p.

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

MATOS, F. J. A. *et al.* Estudo químico e farmacológico preliminar de *Luetzelburgia auriculata* Ducke. **Acta Amazônica**, v. 18, p. 353-355, 1988.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 3. ed. Fortaleza, Brasil: UFC, 2009. 150 p.

MEDEIROS, A. R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. 1989. 92 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Biomás - Caatinga**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomás/caatinga>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

MONTANARI JÚNIOR, I. **Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas**. 2002. Disponível no site: <<http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/artigos/producao.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

OLIVEIRA, J. T. A. *et al.* Purification and physicochemical characterization of a cotyledonary lectin from *Luetzelburgia auriculata*. **Phytochemistry**, v. 61, p. 301-310, 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de O.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: OMNIPAX, 2011, 348 p.

PERES, L.E.P. **Metabolismo Secundário**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p.1-26. 2004. Disponível em: <<http://docentes.esalq.usp.br/lazaropp/FisioVegGrad Bio/MetSec.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2014.

RICE, E. L., **Allelopathy**. 2. ed. New York, EUA: Academic Press, 1984. 422 p.

RODRIGUES, L. R. A.; ALMEIDA, A. R. P.; RODRIGUES, T. J. D. **Alelopatia em forrageiras e pastagens**. In: Simpósio sobre ecossistema de pastagens, 1993, Jaboticabal. Anais do Simpósio de Jaboticabal: FUNEP, 1993.

SANTOS, R.I. Metabolismo Básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMAN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A. PETROVICK, P.R. **Farmacognosia – da planta ao medicamento**. 4. ed. Editora da Universidade, 2002. p. 333-365.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Software de assistência à estatística**. Versão beta 7.6. 2013.

SILVEIRA, B. D. da et al. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 79-85, 2014.

SOARES, E. L.; FREITAS, C. D. T.; OLIVEIRA, J. S.; SOUSA, P. A. S.; SALES, M. P.; BARRETO-FILHO, J. D. M.; BANDEIRA, G. P.; RAMOS, M. V. Characterization and insecticidal properties of globulins and albumins from *Luetzelburgia auriculata* (Allemao) Ducke seeds towards *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 459-467, 2007.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 161 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

SOUZA FILHO, A.P. et al. **Efeito do potencial alelopático de três invasoras de pastagens**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 32, n. 2, p. 1-6, 1997.

VELLOSO, A. L. et al. **Ecorregiões – propostas para o bioma Caatinga**. Ministério do Meio Ambiente. 2002. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/203/\\_arquivos/ecorregioes\\_site\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/ecorregioes_site_203.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2014.

## CAPÍTULO 1

PINTO, Érika do Nascimento Fernandes. **EFEITOS ALELOPÁTICOS DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS E RAÍZES DE *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.).** 2015. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2015. 63 f.

### RESUMO

O metabolismo secundário das plantas produz substâncias alelopáticas que liberadas no meio ambiente, são capazes de interferir na germinação e no crescimento de outras espécies. Com o objetivo de avaliar os efeitos alelopáticos de *Luetzelburgia auriculata* sobre a germinação e o crescimento inicial da alface (*Lactuca sativa*), extratos aquosos de folhas e raízes foram testados em sementes de alface. O material vegetal da *L. auriculata* foi coletado de indivíduos adultos, posteriormente, lavado, secado, pesado, triturado e assim preparado o extrato bruto. Em um DIC, seis concentrações (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) dos extratos de folhas e raízes foram testadas separadamente com quatro repetições, sobre sementes de alface em papel *germitest*. O experimento foi instalado em câmara de germinação TE 402, por sete dias com fotoperíodo de 12 horas-luz e temperatura constante de 20°C, para verificação do índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de germinação (%G) e crescimento inicial da alface (comprimento da radícula e do hipocótilo). Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, aplicado o teste F a 1% de probabilidade e utilizado o modelo de regressão quadrática. Observou-se que os resultados dos tratamentos com extrato de raiz e com extrato foliar, quando comparados à testemunha, foram afetados negativamente pelos extratos aquosos da *L. auriculata*, sendo o IVG e a %G das sementes tratadas com extrato de raízes os parâmetros que apresentaram respostas mais expressivas aos efeitos alelopáticos dos extratos da *Luetzelburgia auriculata* a 20% de concentração, seguidos pelo IVG e a %G das sementes submetidas ao extrato da folha a 20%. Ambos os extratos nas demais concentrações reduziram o IVG e a %G em 85% e 90%, respectivamente. O comprimento da radícula e do hipocótilo tiveram redução de 32% e 15%, respectivamente, quando utilizada a menor concentração de extrato e de 40% (radícula) e 30% (hipocótilo) nas demais concentrações. Os extratos aquosos de folhas e raízes de *Luetzelburgia auriculata* provocaram interferência alelopática negativa sobre a germinação e o crescimento de plântulas de alface.

**Palavras-chave** – metabólitos secundários; semiárido brasileiro; alelopatia.

## CHAPTER 1

PINTO, Érika do Nascimento Fernandes. **ALLELOPATHIC EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACT OF LEAVES AND ROOTS OF *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke ON SEEDS GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.)**. Master Thesis in Forest Science. CSTR/UFMG, Patos - PB. 2015. 63 f.

### ABSTRACT

The secondary metabolism of the plants produces allelopathic substances which once they are in the environment, they are able to interfere on the germination and growth of other species. This study aims to evaluate the allelopathic effects of *Luetzelburgia auriculata* about germination and the initial growth of lettuce (*Lactuca sativa*), aqueous extracts of leaves and roots were tested in the seeds. The plant material of *L. auriculata* was collected from grown samples of plants, then they were washed, dried, they were also weighed, crushed. After that the crude extract was prepared. In DIC, six concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100%) of the extracts of leaves and roots were tested separately with four replications, on lettuce seeds germitest paper. The experiment was conducted in germination chamber TE 402 for seven days with photoperiod of 12 hours light and constant temperature of 20°C to check the germination speed index (IVG), germination percentage (%G) and initial growth Lettuce (length of radicle and hypocotyl). The data were submitted to analysis of variance and used the quadratic regression model. It was observed that the results of the treatments with root extract and leaves extract, compared to the control, were negatively affected by aqueous extracts of *L. auriculata*, and the IVG and % G of seeds treated with roots extract the parameters that they showed more significant responses to the allelopathic effects of *Luetzelburgia auriculata* extract at 20% concentration, followed by IVG and %G seeds subjected to 20% leaf extract. Both extracts at other concentrations and reduced IVG% C in 85% and 90%, respectively. The length of the radicle and hypocotyl were reduced 32% and 15% respectively when some lower concentration extract was used and 40% (radicle) and 30% (hypocotyl) in the other concentrations. The aqueous extracts of leaves and roots *Luetzelburgia auriculata* negative allelopathic interference caused on the germination and growth of lettuce seedlings.

**Key words** – secondary metabolites; Brazilian semiarid; allelopathy.

# 1 INTRODUÇÃO

Na natureza os organismos vivos interagem naturalmente. Essa interação, denominada interferência, é responsável pela ocorrência de fenômenos que podem acontecer entre seres vegetais, entre microrganismos e entre microrganismos e plantas. A competição, a interferência indireta e a alelopatia são exemplos de tais fenômenos, que, pelos efeitos positivos, negativos ou nulos, que podem gerar nos indivíduos de um ecossistema, têm sido investigados a partir do comportamento de organismos (doadores e receptores) presentes num mesmo ambiente.

O fenômeno da alelopatia acontece, segundo Rice (1984), quando um organismo libera substâncias químicas no ambiente e essas interagem inibindo ou estimulando o crescimento e/ou o desenvolvimento de outro organismo presente no mesmo ambiente.

Tais substâncias químicas, substâncias alelopáticas, fitotoxinas, aleloquímicos ou produtos secundários são as denominações dadas aos compostos químicos liberados pelos organismos no ambiente, que afetam os outros componentes da comunidade (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011), são liberadas dos tecidos vegetais através da volatilização, lixiviação, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais e seus efeitos alelopáticos podem ser estudados de forma experimental, através de bioensaios com a utilização de extratos da planta contendo os aleloquímicos.

Muitas espécies possuem características alelopáticas e os efeitos desses indivíduos sobre outras espécies, têm sido estudados através da aplicação de extratos da planta doadora (alelopática), em sementes ou plântulas de outras espécies (receptoras). As técnicas para o preparo desses extratos são variadas, mas, em geral, o extrato é obtido a partir da trituração das partes da planta (raízes, folhas, flores ou frutos), depois colocado em contato com a água ou extratores orgânicos (álcool ou éter, por exemplo), logo após, filtrado e testado em plantas indicadoras, como o tomate, o rabanete e a alface, sendo essa a mais sensível de todas as espécies utilizadas em estudos dessa natureza (MEDEIROS, 1989).

No entanto, efeitos alelopáticos ainda são pouco pesquisados em algumas das centenas de espécies vegetais da Caatinga. Giulietti et al. (2010) listaram em 2002, 18 gêneros e 318 espécies endêmicas, pertencentes a 42 famílias, sendo a família com mais espécies endêmicas a Leguminosae (80), que é também o grupo mais bem representado nas Caatingas. Dessas 318 espécies endêmicas listadas, *Luetzelburgia auriculata* está entre elas, pertencendo à família Leguminosae (atualmente Fabaceae), subfamília Papilionoideae.

Assim, *Luetzelburgia auriculata* tem chamado a atenção pela forma como ocorre na paisagem, normalmente em reboleiras, sugerindo rusticidade, desenvolvendo-se em terrenos secos

e pedregosos e mantendo-se com folhagem verde, mesmo em grande parte no período seco. Por essas características, tem despertado o interesse pelo estudo de possíveis efeitos alelopáticos que possam ser causados por esses indivíduos.

Diante do exposto, a utilização de bioensaios é fundamental para o conhecimento dos efeitos alelopáticos de uma espécie, pois, segundo Chou (2014), permitem estudar as interações alelopáticas úteis na busca por fitotoxinas naturais, produzidas por plantas ou micro-organismos, além de derivados sintéticos que possam ser empregados como herbicidas naturais por terem ação mais específica e menos prejudicial ao ambiente.

Portanto, o presente estudo buscou investigar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas e de raízes do pau pedra (*Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke) na germinação e no crescimento de plântulas da alface (*Lactuca sativa* L.).

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Local e material de estudo

A área de coleta de material deste estudo encontra-se inserida no Núcleo de Desertificação do Seridó, situada na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea-PB (Figura 1), cuja localização está entre as coordenadas 06° 48' 35" S e 36° 57' 15" W, a 271 m de altitude.

Figura 1 – Mapa do Estado da Paraíba indicando a localização do município de Várzea, local onde foi coletado o material para o estudo



Fonte: *Google maps* (2014).

Durante as primeiras horas da manhã, coletou-se manualmente e de forma aleatória folhas e raízes de indivíduos adultos de um povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (Figura 2), com as plantas apresentando estágio de vegetação plena. O material vegetal foi acondicionado separadamente em sacos plástico e foi encaminhado para o Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos.

Figura 2 – Povoamento de indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, de onde foram coletadas folhas e raízes



Fonte: Souto (2014).

## 2.2 Experimentos I e II - extratos aquosos das folhas e das raízes de *Luetzelburguia auriculata*, respectivamente.

Buscando avaliar o efeito alelopático de folhas e raízes de *Luetzelburguia auriculata* separadamente, instalou-se dois experimentos no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas LABNUT, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos.

### 2.2.1 Preparo do extrato das folhas

Para a obtenção do extrato aquoso, as folhas (Figura 3) foram pesadas, lavadas, enxaguadas com água destilada, picadas, em seguida trituradas, ainda frescas, em liquidificador doméstico durante cinco minutos, numa proporção de 200g do material vegetal para 800 ml de água destilada e deixado descansar por um período de 30 minutos. Em seguida, o extrato foi filtrado em peneira com malha 2,0 mm, obtendo-se assim o extrato bruto (concentração 100%), que foi acondicionado em geladeira doméstica. Posteriormente, o extrato bruto foi utilizado para o preparo dos tratamentos do experimento I (Figura 4).

Figura 3 – Folhas de *Luetzelburguia auriculata* coletadas para preparo do extrato aquoso



Fonte: Pinto, E. N. F. (2014).

Figura 4 – Extrato bruto preparado a partir das folhas coletadas de *Luetzelburguia auriculata*



Fonte: Pinto, E. N. F. (2014).

### 2.2.2 Preparo do extrato das raízes

O extrato aquoso das raízes (Figura 5) foi obtido a partir da utilização de raízes previamente pesadas, lavadas, enxaguadas com água destilada, picadas, em seguida trituradas, ainda frescas, em liquidificador doméstico durante dez minutos. Utilizou-se uma proporção de

200g do material vegetal para 800 ml de água destilada; logo após, deixou-se descansar por um período de 30 minutos. Em seguida, os extratos aquosos foram filtrados em peneira com malha 2,0 mm, obtendo-se assim o extrato bruto (concentração 100%), que foi acondicionado em geladeira doméstica. Posteriormente, o extrato bruto foi utilizado para o preparo dos tratamentos do experimento II (Figura 6).

Figura 5 – Raízes de *Luetzelburgia auriculata* coletadas para preparo do extrato aquoso



Fonte: Pinto, E. N. F. (2014).

Figura 6 – Extrato bruto preparado a partir das raízes coletadas de *Luetzelburgia auriculata*



Fonte: Pinto, E. N. F. (2014).

### 2.2.3 Aplicação dos extratos nos experimentos I e II

Preparadas as diferentes concentrações dos extratos aquosos foliares e radiculares, distribuiu-se 25 sementes equidistantes da alfaca sobre duas folhas de papel *germitest* de 25 cm x 30 cm sobrepostas; colocou-se uma terceira folha sobre as sementes distribuídas e aplicou-se 250 ml do extrato já diluído na sua respectiva concentração, em cada uma das unidades experimentais, totalizando 1000 ml por tratamento. Feita a aplicação do extrato, confeccionou-se rolinhos com o papel embebido no extrato, contendo as sementes (Figura 7) e acondicionou-se dentro de sacos plásticos (capacidade 1,0 kg) em câmara de germinação TE 402 (Figura 8), por 7 dias com fotoperíodo ajustado para 12 horas-luz e temperatura constante de 20°C.

Figura 7 – Sementes acondicionadas em papel *germitest*, contendo o extrato de folhas para bioteste



Fonte: Pinto, E. N. F. (2014).

Figura 8 – Câmara de germinação, utilizada para os biotestes



Fonte: Pinto, E. N. F. (2014).

#### 2.2.4 Delineamento dos experimentos I e II

Em cada experimento foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos (concentrações 0, 20, 40, 60, 80 e 100% do extrato bruto), quatro repetições e vinte e quatro unidades experimentais. O tratamento 0% foi preparado apenas com água destilada, portanto, considerado testemunha.

### 2.3 Parâmetros avaliados - experimentos I e II

Diariamente, foi feita avaliação da germinação das sementes submetidas aos tratamentos com os extratos aquosos das folhas e das raízes, separadamente. O critério adotado para determinar a germinação em ambos os experimentos foi o de protrusão da radícula em 2,0 mm. Ao concluir a coleta de dados, foram determinados índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de germinação (%G) e verificados os comprimentos de radícula e hipocótilo nas plântulas emergidas nos experimentos I e II.

#### 2.3.1 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Para a determinação do IVG, utilizou-se a metodologia de Maguire (1962), nos experimentos I e II. Assim, separadamente, foram feitas contagens diárias, contabilizando-se as plântulas normais e anormais até o sétimo dia após a semeadura. Posteriormente, calculou-se o índice pelo somatório do número de sementes normais germinadas a cada dia (G1, G2, G3... Gn),

dividido pelo número de dias decorridos (N1, N2, N3 ... Nn), entre a semeadura e a germinação, em cada experimento, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{IVG} = \text{G1/N1} + \text{G2/N2} + \text{G3/N3} + \dots + \text{Gn/Nn} .$$

### 2.3.2 Porcentagem de germinação (%G)

O cálculo da porcentagem de germinação (%G) foi realizado segundo Labouriau (1983), onde as sementes germinadas foram contabilizadas no sétimo dia, considerando-se a porcentagem de sementes germinadas em relação ao número de sementes dispostas a germinar nas condições dos experimentos I e II, em que  $\sum n_j$  é o número total de sementes germinadas em relação ao número de sementes dispostas para germinar (N). A seguinte fórmula foi utilizada para expressar os resultados dos experimentos I e II em porcentagem:

$$\%G = (\sum n_j \cdot N^{-1}) \cdot 100$$

### 2.3.3 Comprimento de radícula e hipocótilo

Nos experimentos I e II, o comprimento da radícula e o comprimento do hipocótilo das plântulas emergidas foram verificadas e assim, observados os possíveis efeitos alelopáticos dos extratos aquosos de folhas e raízes da *Luetzelburgia auriculata* no desenvolvimento das plântulas de alface. Ao sétimo dia, final do experimento, as plântulas foram retiradas e utilizou-se régua milimetrada para medição do comprimento da radícula e do hipocótilo.

## 2.4 Análise estatística

Nos experimentos I e II, os dados coletados foram transformados em  $\sqrt{x+1}$  e submetidos à análise da variância, aplicando-se o teste F ao nível de 1% de probabilidade. Para verificar o efeito do extrato foi realizada a análise de regressão, considerando o ajuste até o efeito quadrático e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual ou superior a 50%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

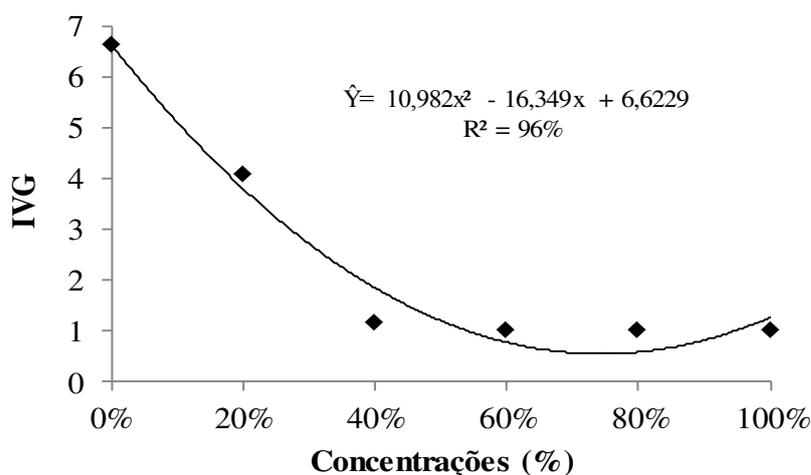
#### 3.1 Extrato aquoso foliar de *Luetzelburgia auriculata* – experimento I

Na análise dos resultados referentes ao IVG, %G, comprimento da radícula e do hipocótilo das sementes da alface submetidas ao extrato aquoso foliar de *L. auriculata*, verificou-se a partir do valor do coeficiente de determinação, que o modelo mais apropriado para explicar a relação entre as concentrações dos extratos e os parâmetros analisados, foi a regressão até o modelo de segunda ordem.

##### 3.1.1 Germinação em ambiente controlado

Para o índice de velocidade de germinação, verifica-se que o aumento das concentrações do extrato aquoso das folhas de *L. auriculata* promoveu redução deste parâmetro em relação a testemunha da ordem de 43, 72, 88, 95 e 81% nas concentrações 20, 40, 60, 80 e 100%, respectivamente (Figura 9). O resultado sugere que o extrato das folhas de *L. auriculata* exerceu efeito alelopático negativo nesse parâmetro.

Figura 9 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface sob efeito de extrato aquoso das folhas de *L. auriculata* em diferentes concentrações



Resultados semelhantes foram encontrados por Pelegrini e Cruz-Silva (2012) que ao utilizarem extratos aquosos de folhas frescas de *Coleus barbatus* (A.) Benth sobre sementes de alface, observaram que o IVG foi reduzido e, à medida que a concentração do extrato aumentou, o IVG diminuiu, acontecendo o que os autores chamaram de resposta dose dependente. Borges et al.

(2007) também identificaram essa relação negativa entre IVG de sementes de alface e concentração do extrato de plantas. Para Aoki et al (1997), a intensidade dos efeitos alelopáticos é dependente da concentração das substâncias alelopáticas presentes numa espécie.

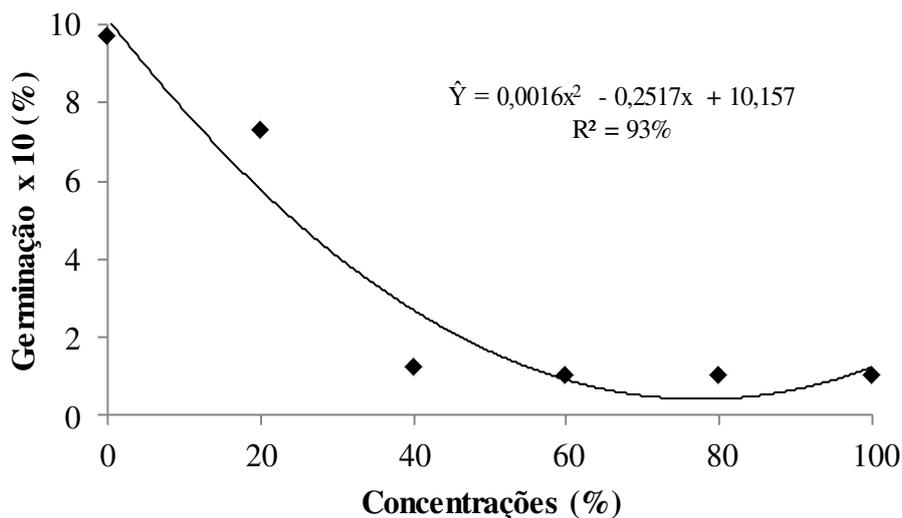
Souza e Furtado (2002) observaram um efeito aleloquímico negativo de extratos de centeio sobre o IVG de sementes da alface em consequência das concentrações de extrato testadas. Em estudo com extratos aquosos de umbu (*Phytolacca dioica* L.) sobre sementes de alface, Borella e Pastorini (2010) observaram que o índice de velocidade de germinação também diminuiu quando as sementes foram submetidas a extratos com concentrações a partir de 4%.

Houve uma redução significativa no IVG de sementes de alface submetidas a extratos aquosos de guandu comum, mucuna-preta, mucuna-rajada e *crotalaria juncea*, chegando a reduzir em mais de 90% o IVG das sementes submetidas ao extrato da crotalária. Esses autores constataram que muitas vezes o extrato influencia mais na velocidade da germinação do que em qualquer outro parâmetro (TEIXEIRA et al, 2004).

Considerando que quanto maior o IVG, maior o vigor da semente, dado confirmado por Áquila (2000) que ao utilizar extratos de *Ilex paraguariensis* em sementes de alface também constatou uma perda de vigor das sementes, assim, o autor afirma esse ser um parâmetro economicamente importante a ser avaliado. De acordo com Rodrigues (2012), uma germinação tardia pode significar prejuízos para o homem do campo, principalmente em se tratando de espécies com ciclo de vida curto.

Visualiza-se na figura 10 o percentual de germinação das sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos aquosos de folhas de *L. auriculata*. Percebe-se, pelos dados, que houve efeito alelopático negativo dos extratos, em função das concentrações. No tratamento onde a concentração do extrato foi 20%, a germinação das sementes foi reduzida em 25%; para o extrato com concentração de 40% houve uma redução de 85% e, para as demais concentrações, a redução foi bastante elevada (aproximadamente 90%).

Figura 10 – Germinação de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso das folhas de *L. auriculata*



Em testes de laboratório, Al-sherif et al (2013) obtiveram resultados similares ao desse trabalho, onde a germinação de sementes de plantas daninhas foi reduzida mesmo quando utilizada a menor concentração do extrato aquoso de espécies alelopáticas e totalmente inibida quando utilizada a maior concentração do experimento. França et al. (2008) verificaram que extratos de nim (*Azadirachta indica*) provocaram a redução significativa da porcentagem de germinação de sementes de alface e picão-preto.

Pelegri e Cruz-Silva (2012) verificaram que a utilização de extratos aquosos de folhas frescas de *Coleus barbatus* (A.) Benth sobre sementes de alface inibiram significativamente a germinação, que diferiu estatisticamente do controle. Em Corsato et al (2010), houve uma redução significativa na porcentagem de germinação das sementes de soja convencional quando aplicadas as maiores concentrações do extrato aquoso de girassol (80 e 100%).

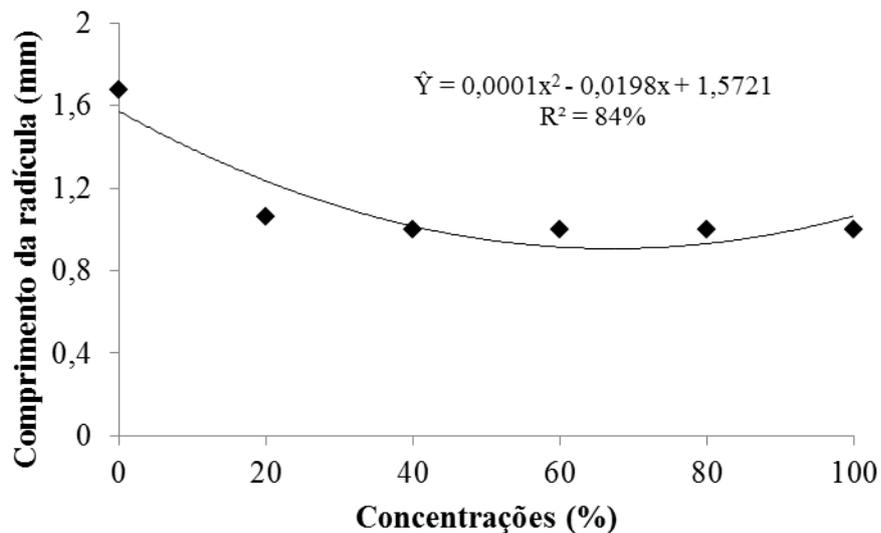
Em estudo sobre os efeitos alelopáticos de *Annona crassiflora* em plantas daninhas, Inoue et al (2010) observaram que os extratos de folhas da espécie doadora reduziram em mais de 50% a germinação das sementes de *B. brizantha*. Segundo Souza Filho e Duarte (2007), a atividade biológica de um aleloquímico depende diretamente do limite de resposta da espécie receptora, pois está intimamente relacionada à sua sensibilidade.

### 3.1.2 Crescimento inicial de plântulas em câmara de germinação

Na figura 11 estão apresentados os resultados obtidos em relação ao comprimento da radícula das plântulas desenvolvidas sob as diferentes concentrações dos extratos aquosos de folhas de *Luetzelburgia auriculata*, onde percebe-se que, as plântulas emergidas no extrato com

concentração 20%, desenvolveram-se 32% menos que a testemunha e os demais tratamentos tiveram uma redução de quase 40% no comprimento da radícula, em relação à testemunha, indicando que houve efeito alelopático negativo do extrato aquoso foliar da espécie doadora sobre o desenvolvimento das plântulas.

Figura 11 – Comprimento da radícula de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso das folhas de *L. auriculata*



Corroboram com os resultados desse estudo os de Tur et al (2010), que ao testar extratos aquosos de folhas frescas de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial da alface, verificaram que houve uma redução significativa do comprimento radicular das plântulas dessa hortaliça. Lima e Moraes (2008) também observaram redução significativa do crescimento da radícula, ao estudarem o efeito do extrato aquoso de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação e o crescimento inicial da alface.

Peres et al (2004), em estudo sobre efeito alelopático de extrato de folhas de Pteridophytas, observaram que a *Adiantopsis radiata* e a *Adiantum tetraphyllum* inibiram significativamente o crescimento da radícula de alface em todas as concentrações utilizadas (250mg.L<sup>-1</sup>, 500mg.L<sup>-1</sup> e 1000mg.L<sup>-1</sup>). Nestes casos também observou-se que o aumento da concentração acarretou em maior inibição, bem como anormalidades morfológicas, oxidação do ápice da radícula e ausência de pelos absorventes.

Na figura 12 visualiza-se sementes germinadas sob o efeito das diferentes concentrações do extrato aquoso das folhas de *L. auriculata*, podendo-se observar, em comparação à figura 13, que houve má formação e principalmente oxidação da radícula, indicando um efeito prejudicial do extrato sobre essa estrutura. Aumonde et al (2012), ao utilizarem extrato das folhas de *Zantedeschia aethiopica* em sementes de alface, obtiveram resultados semelhantes, pois houve

uma interferência negativa do extrato sobre o desenvolvimento da radícula, sendo esse efeito mais evidente, à medida que a concentração aumentou. De acordo com Chung et al (2001), o efeito do extrato sobre a radícula pode ser atribuído à maior sensibilidade desse órgão e pelo contato direto dos tecidos com o extrato.

Figura 12 – Sementes de alface após 5 dias de semeadura, submetidas ao extrato aquoso das folhas de *L. auriculata*



Fonte: Pinto, E. N. F. (2015)

Figura 13 – Sementes de alface após 5 dias de semeadura, submetidas ao tratamento testemunha (sem extrato aquoso da folha de *L. auriculata*)

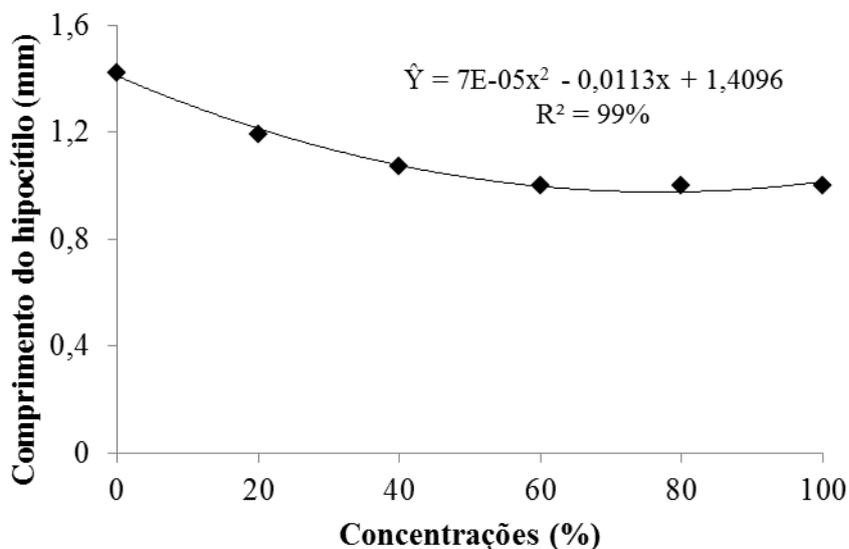


Fonte: Pinto, E. N. F. (2015)

Em relação ao comprimento do hipocótilo das plântulas emergidas no experimento, percebeu-se que o desenvolvimento dessa estrutura foi prejudicado pela presença do extrato aquoso de folhas de *Luetzelburgia auriculata*, sugerindo um efeito alelopático negativo da *L. auriculata* em comparação à testemunha.

Através da regressão polinomial (Figura 14), analisou-se o comprimento do hipocótilo das plântulas de alface do tratamento controle e das plântulas submetidas às diferentes concentrações do extrato aquoso foliar de *L. auriculata*, e constatou-se que houve uma redução de 15% no comprimento do hipocótilo das plântulas emergidas no extrato com concentração 20%, e de 30% nas plântulas dos demais tratamentos (concentrações 40, 60, 80, 100%).

Figura 14 – Comprimento do hipocótilo de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da folha de *L. auriculata*



Em estudo semelhante, Maraschin-Silva e Áquila (2006) testaram extratos foliares de espécies nativas sobre o crescimento inicial da alface e verificaram que a *Psychotria leiocarpa* desempenhou um efeito alelopático negativo no tamanho do hipocótilo das plântulas de alface tratadas com o extrato. Formagio et al (2012) avaliaram o efeito alelopático do extrato de folhas de *Tropaeolum majus* no crescimento inicial de picão-preto e observaram que o comprimento do hipocótilo das plântulas submetidas ao extrato também foi afetado negativamente, quando comparado com o do tratamento testemunha, porém, os efeitos negativos sofridos pela radícula, foram mais significativos do que os da variável hipocótilo.

Avaliando o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de aveia, Hagemann et al. (2010) observaram que a *Avena sativa* e a *Avena strigosa* provocaram redução no crescimento da radícula e do hipocótilo de *Lolium multiflorum* e *Euphorbia heterophylla*. Em trabalho similar a este, Oliveira et al (2012) verificaram que os efeitos alelopáticos de extrato aquoso de mulungu também afetaram o desenvolvimento das plântulas de alface. Ao aplicarem extrato foliar de *A. crassiflora* sobre sementes de plantas daninhas, Inoue et al (2010) verificaram que houve uma inibição significativa no desenvolvimento do hipocótilo em relação à testemunha, no entanto, essa inibição foi em menor intensidade do que a que afetou a radícula.

Das variáveis analisadas, o diâmetro do hipocótilo foi a que sofreu menos influência dos efeitos inibidores do extrato aquoso da folha da *L. auriculata*. Garsaball e Natera (2013) afirmam que os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas de *Tithonia diversifolia* alteraram

negativamente o crescimento global das plântulas de alface, porém, o diâmetro do hipocótilo não sofreu alteração estatisticamente significativa em relação ao tratamento controle. Segundo Costa et al (1999), quanto maior o comprimento e o diâmetro do hipocótilo, maior é a capacidade da plântula para emergir e superar a resistência provocada pela profundidade de semeadura e/ou encrostamento do solo.

Acredita-se que os efeitos alelopáticos dos extratos aquosos das folhas de *L. auriculata* na germinação da alface possam ter ocorrido devido a presença de flavonoides, substâncias que, em estudos preliminares (fitoquímica) realizados na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (dados não publicados), foram detectadas em extratos de folhas e raízes de *L. auriculata*. Segundo Alves et al (2004), os flavonoides são metabólitos bioativos oriundos do metabolismo secundário. Chaves et al. (2001) afirmam que essas substâncias com atividades fitotóxicas estão presentes em vários órgãos de plantas de *Cistus ladanifer*, tendo sido encontradas também no solo.

Os flavonoides presentes em folhas de girassol e solúveis em água, foram responsáveis pelo expressivo efeito inibitório na germinação da alface (CORSATO et al, 2010). Borella e Pastorini (2010), estudando o efeito alelopático do umbu na germinação de sementes de alface, obtiveram resultados com diferenças significativas entre o tratamento controle e os tratamentos com extratos aquosos, sugerindo que a presença de compostos como os flavonoides, tenham ocasionado tais efeitos. Para Alves e Santos (2002), os flavonoides representam uma importante classe de polifenóis e sua presença em vegetais parece estar relacionada com funções de defesa, controle de hormônios vegetais, inibição de enzimas e agentes alelopáticos.

### **3.2 Extrato aquoso de raízes de *Luetzelburguia auriculata* – experimento II**

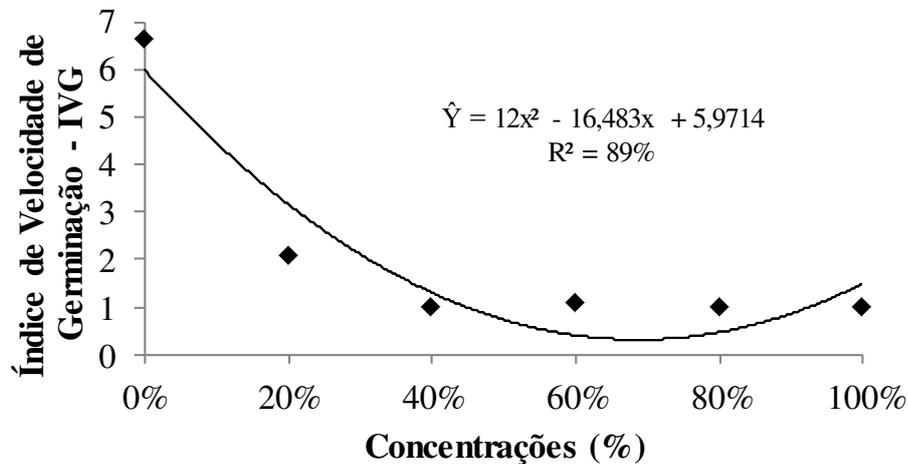
Verificou-se a partir do valor do coeficiente de determinação de cada um dos parâmetros analisados (IVG, %G, comprimento da radícula e do hipocótilo), que a relação entre as concentrações do extrato aquoso radicular de *L. auriculata* sobre os aquênios de alface e tais parâmetros, teve a regressão quadrática como modelo mais adequado para explicar essa relação.

#### *3.2.1 Germinação em ambiente controlado*

As sementes da alface que receberam o extrato aquoso de raízes de *L. auriculata* a 20% tiveram o IVG quase 70% menor, quando comparado ao tratamento testemunha (sem aplicação do extrato aquoso), visto que, o aumento das concentrações do extrato fez com que o IVG das sementes da alface diminuísse, chegando a uma redução de 85% para as concentrações 40-100%.

Esses dados sugerem que o extrato aquoso das raízes de *L. auriculata* exerceu efeito alelopático negativo na germinação da alface. Gatti et al (2004) também encontraram resultados semelhantes aos ora visualizados na figura 15, ao testarem o extrato aquoso da marcela (*Aristolochia esperanzae* O. Kuntze) sobre a germinação e o crescimento da alface. Essa relação negativa entre IVG da alface e concentração do extrato de plantas também é relatada por Borges et al. (2007).

Figura 15 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface sob efeito de extrato aquoso da raiz de *L. auriculata* em diferentes concentrações



Os extratos aquosos da raiz também influenciaram de forma negativa no vigor das sementes da alface. De acordo com Ferreira e Borghetti (2004), quanto maior o IVG, maior o vigor das sementes e quando submetidas aos extratos com concentrações de 40-100%, as sementes tiveram o IVG seis vezes menor do que a testemunha. Dados semelhantes foram encontrados em Carvalho et al. (2014), em que a utilização de extratos aquosos de seis espécies alelopáticas atuaram diminuindo o vigor de sementes de alface.

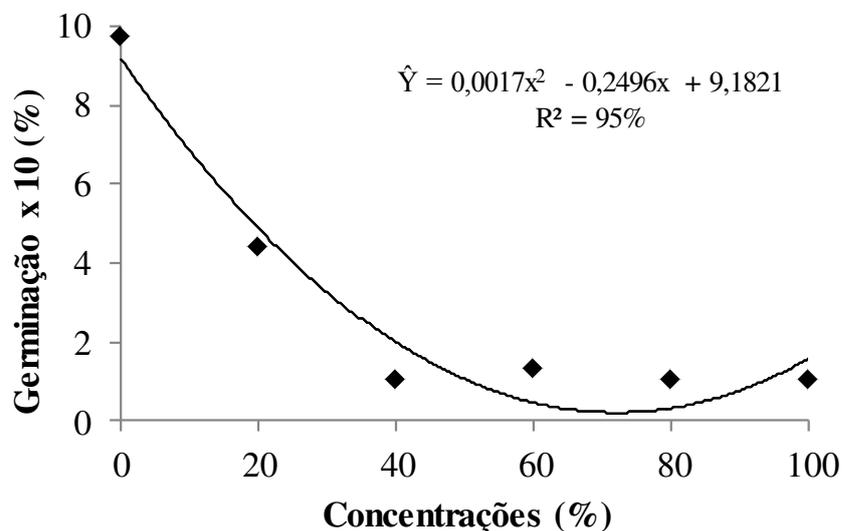
De acordo com Tur et al (2010), o IVG tem mostrado sensibilidade aos efeitos alelopáticos, sendo um parâmetro importante a ser avaliado. Rodrigues (2012) considera que o atraso ou a diminuição no tempo gasto para a germinação podem ser revertidos em lucros ou prejuízos no campo, principalmente quando se trata de espécies que possuem um ciclo de vida curto.

Percebe-se que houve diferença entre os extratos e entre estes e a testemunha mesmo quando utilizada a menor concentração de extrato do experimento que foi 20%. Em estudo realizado por Sartor et al. (2009), sobre efeito alelopático de extratos de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*, os autores também observaram variações nos padrões de desenvolvimento da espécie receptora, sendo o efeito do extrato

percebido nas menores concentrações e potencializado à medida que a concentração foi aumentada.

A figura 16 mostra os resultados referentes à taxa de germinação das sementes da alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos da raiz de *Luetzelburgia auriculata*, onde verificou-se que houve uma diminuição da taxa inversamente proporcional à concentração do extrato.

Figura 16 – Germinação de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da raiz de *L. auriculata*



Em relação ao tratamento testemunha, o extrato reduziu a germinação em aproximadamente 60%, quando utilizada a concentração de 20% de extrato de raízes de *L. auriculata*; e nas concentrações de 40-100%, a germinação ficou reduzida a 90%. Segundo Rodrigues (2012), quando o tratamento testemunha é acima de 90%, condiz com a germinação recomendada pelos produtores. De acordo com Corsato et al (2010), houve uma redução significativa na porcentagem de germinação das sementes de soja convencional quando aplicadas as maiores concentrações do extrato aquoso (80 e 100%).

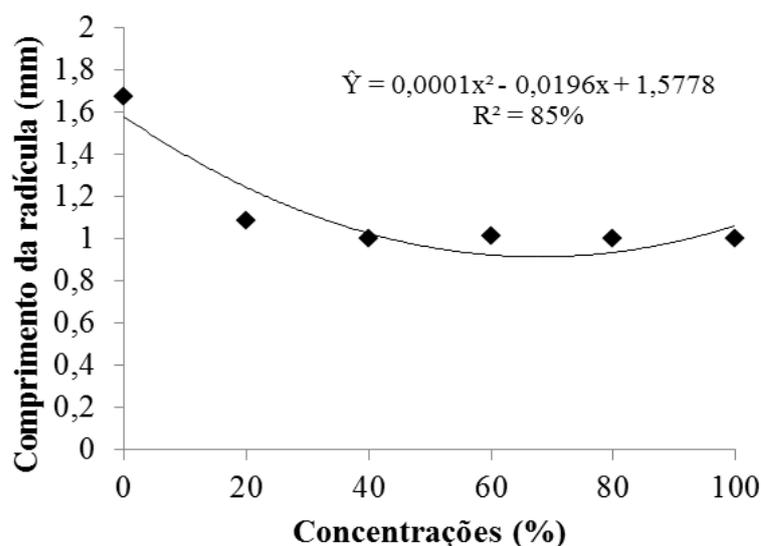
Formagio et al (2012), em estudo semelhante, observaram que as sementes de picão-preto submetidas a extrato de raízes da planta de *Tropaeolum majus* L., tiveram sua germinação reduzida em 32%. Araldi (2011), ao utilizar extratos de raízes de *Hovenia dulcis* Thunb. sobre sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brena, observou que a viabilidade das sementes foi alterada.

Em experimento realizado por Corsato et al. (2010), observou-se que houve uma redução na germinação de sementes de picão-preto, ocasionado pelas folhas frescas de girassol (*Helianthus annuus* L.), espécie considerada alelopática.

### 3.2.2 Crescimento inicial de plântulas em câmara de germinação

Para o comprimento da radícula das plântulas emergidas sob as diferentes concentrações dos extratos aquosos da raiz de *Luetzelburgia auriculata*, observou-se que, em relação à testemunha, houve uma redução de 31% no comprimento das radículas provenientes de sementes tratadas com o extrato a 20% e de quase 40% nas que emergiram nos demais tratamentos (concentrações 40, 60, 80 e 100%), o que sugere ter havido um efeito alelopático prejudicial do extrato aquoso da raiz da espécie em estudo (Figura 17).

Figura 17 – Comprimento da radícula de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da raiz de *L. auriculata*



A radícula das plântulas emergidas nos tratamentos utilizados foi o órgão mais prejudicado pelo extrato aquoso de raiz de *L. auriculata*, pois 100% apresentaram tamanho reduzido, deformações e/ou necrose. Grisi et al (2011), em estudo sobre o efeito alelopático de *Sapindus saponaria* na morfologia de hortaliças, constataram que a redução de tamanho e a necrose foram os sintomas mais comuns na raiz das plântulas tratadas com o extrato da planta doadora. No mesmo estudo, esses autores verificaram que plântulas de alface apresentaram uma redução do crescimento da radícula, chegando a valores nulos quando submetidas à concentração de 7,5%.

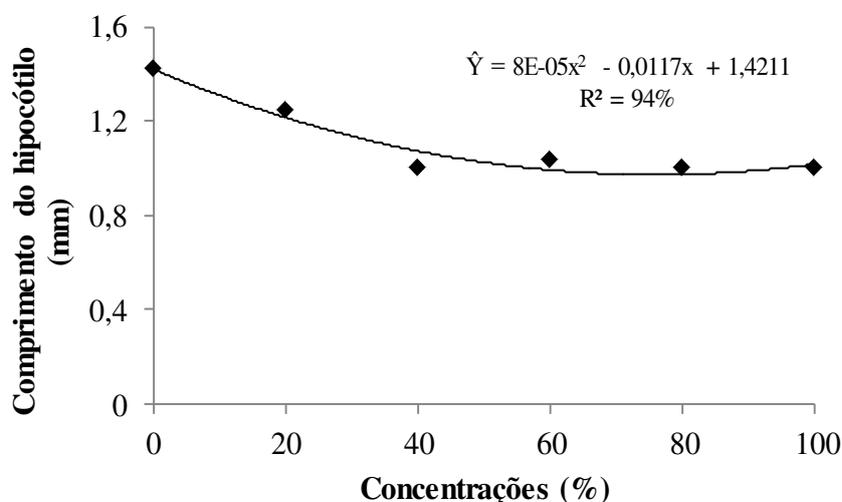
Em avaliação do crescimento inicial da alface sob o efeito de extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae, verificou-se uma redução significativa no comprimento das radículas dessa hortaliça. Mesmo as plântulas que se desenvolveram, sofreram um efeito tóxico no crescimento desse órgão que apresentou danos similares aos provocados pela ação de detergentes, caracterizados pela redução do tamanho e pelo aspecto necrosado da estrutura (SOARES;

VIEIRA, 2000). Para Maraschin-Silva e Aquila (2006), muitas fitotoxinas são capazes de afetar a morfologia e a anatomia de plântulas, o que pode ser evidenciado por endurecimento e escurecimento dos ápices radiculares, fragilidade e aumento de ramificações.

Dados similares aos do presente trabalho, foram encontrados por Grisi et al (2013), ao verificarem que o efeito alelopático negativo do extrato aquoso da raiz de *Sapindus saponaria* sobre capim-arroz e corda-de-viola foi significativo sobre o crescimento das plântulas das espécies receptoras, evidenciado principalmente pela diminuição do comprimento da radícula. Rosado et al (2009) observaram que houve uma redução significativa do crescimento radicular da alface, em relação ao tratamento controle, quando submetidas ao extrato aquoso de manjeriço.

O comprimento do hipocótilo das plântulas de alface também respondeu negativamente ao efeito alelopático do extrato aquoso da raiz de *L. auriculata*, no entanto, com menos intensidade do que o comprimento da radícula. Em relação à testemunha, houve uma redução de 15% nessa variável quando aplicado o extrato com concentração 20% e de quase 30% quando aplicadas as concentrações 40, 60, 80 e 100% do extrato aquoso (Figura 18). Segundo Silva e Áquila (2006), em testes realizados com extratos das espécies nativas de *Erythroxylum argentinum*, *Luehea divaricata*, *Myrsine guianensis* e *Ocotea puberula* sobre o crescimento inicial da alface, todas causaram redução no tamanho do eixo hipocótilo-raiz, sendo que o hipocótilo teve menor inibição.

Figura 18 – Comprimento do hipocótilo de alface sob diferentes concentrações de extrato aquoso da raiz de *L. auriculata*



Silveira et al (2014) estudaram os efeitos alelopáticos do extrato aquoso de *Araucaria angustifolia* sobre o crescimento inicial da alface e verificaram que o crescimento total das plântulas foi afetado, conforme a concentração do extrato aumentou, no entanto, o comprimento do hipocótilo não apresentou diferença significativa para as diferentes concentrações de extrato.

O efeito alelopático do extrato aquoso da raiz de *S. saponaria* sobre sementes de capim-arroz e corda-de-viola reduziu significativamente o hipocótilo das plântulas dessas espécies daninhas (GRISI et al, 2013).

Em testes com extratos de cinco espécies de *Erythroxylum* sobre o crescimento de plântulas de tomate e de cebola, Taveira et al (2013) observaram que houve uma redução significativa no desenvolvimento do hipocótilo das plantas receptoras. Em avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Sapindus saponaria* no desenvolvimento de plântulas de cebola, foi verificado que o comprimento do hipocótilo também foi reduzido (GRISI et al, 2011).

#### **4 CONCLUSÕES**

Os extratos aquosos de folhas e raízes de *Luetzelburgia auriculata* provocaram interferência alelopática negativa sobre a germinação e o crescimento de plântulas de alface.

## REFERÊNCIAS

- AL-SHERIF, E. et al. Allelopathic effect of black mustard tissues and root exudates on some crops and weeds. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 11-19, 2013.
- ALVES, M. da C. S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1083-1086, 2004.
- ALVES, S. M.; SANTOS, L.S. Natureza química dos agentes alelopáticos. In: SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. (Eds.). **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. p. 25-47.
- AOKI, T. et al. Biologically active clerodone-type diterpene glycosides from the root - stalks of *Dicranopteris Pedata*. **Phytochemistry**, v.46, n. 5, p.839-44, 1997.
- AQUILA, M. E. A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia**, v. 53, p. 51-66, 2000.
- ARALDI, D. B. **Interferência alelopática de extratos de *Hovenia dulcis* Thunb. na germinação e Crescimento inicial de plântulas de *Parapiptadenia rigida* (benth.) Brenan, RS.** 2011. 109 f. Tese (Doutorado em Silvicultura) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- AUMONDE, T. Z. et al. Alterações fisiológicas em sementes e metabolismo antioxidativo de plântulas de alface expostas à ação do extrato das folhas de *Zantedeschia aethiopica* Spreng. **Interciência**, v. 37, n. 11, p. 845-851, 2012.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Efeito alelopático de frutos de umbu (*Phytolacca dioica* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface e picão-preto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1129-1135, 2010.
- BORGES, C. S. et al. Alelopatia do extrato de folhas secas de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 747-749, 2007.
- CARVALHO, W. P. et al. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Bioscience Journal**, v. 30, suplemento 1, p. 1-11, 2014.
- CHAVES, N.; SOSA, T.; ESCUDERO, J.C. Plant growth inhibiting flavonoids in exudates of *Cistus ladanifer* and in associated soils. **Journal of Chemical Ecology**, v. 27, n. 3, p. 623-631, 2001.
- CHOU, C. H. **Biochemical interactions among plants: Allelopathy as ecosystem regulator**. Encyclopedia of Life Support Systems-EOLSS. Disponível em: <<http://www.eolss.net/sample-chapters/c03/e6-54-10-05.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2014.
- CHUNG, I. M. et al. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protect**. v. 20, p. 921-928, 2001.
- CORSATO, J. M. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.

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

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FORMAGIO, A. S. N. et al. Potencial alelopático de *Tropaeolum majus* L. na germinação e crescimento inicial de plântulas de picão-preto. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 83-89, 2012.

FRANÇA, A. C. et al. Atividades alelopáticas de nim sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1374-1379, 2008.

GARSABALL, J. A. L.; NATERA, J. R. M. Efectos alelopáticos de extractos acuosos de hojas de botón de oro [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.] sobre la germinación de semillas y crecimiento de plântulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agropecuaria**, v. 4, p. 229 – 241, 2013.

GATTI, A. B.; PERES, S. C. J. C. de; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 425-430, 2004.

GIULIETTI, A. M. et al. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. AGEITEC - Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. 2010. Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade\\_Caatinga\\_parte\\_2.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade_Caatinga_parte_2.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2014.

GRISI, P.U. et al. Efeito alelopático do fruto de *Sapindus saponaria* na germinação e na morfologia de plântulas daninhas e de hortaliças. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 311-322, 2011.

GRISI, P. U. et al. Influência alelopática do extrato aquoso de raiz de *Sapindus saponaria* L. sobre capim-arroz e corda-de-viola. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 760-766, 2013.

HAGEMANN T. R. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia**, v. 69, p. 509-518, 2010.

INOUE, M. H. et al. Potencial alelopático de *Annona crassiflora*: efeitos sobre plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 489-498, 2010.

LABOURIAU, L.G. **A Germinação das sementes**. Washington, Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos. 1983. 174p.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 409-413, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 1992. 352 p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science** 2:176-177, 1962.

- MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.
- MEDEIROS, A. R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas, SP.** 1989. 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.
- OLIVEIRA, A. K. et al. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 480-3, 2012
- OLIVEIRA, J. T. A. et al. Purification and physicochemical characterization of a cotyledonary lectin from *Luetzelburgia auriculata*. **Phytochemistry**, v. 61, p. 301-310, 2002.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de O.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: OMNIPAX, 2011, 348 p.
- PELEGRINI, L. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Variação sazonal na alelopatia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n. 2, p. 376-382, 2012.
- PERES, M. T. L. P. et al. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). **Acta Botânica Brasil.** v. 18, n. 4, p. 723-730, 2004
- RICE, E. L., **Allelopathy.** 2. ed. New York, EUA: Academic Press, 1984. 422 p.
- RODRIGUES, A. C. et al. Efeito alelopático de folhas de bamburral (*Hyptis suaveolens* L. Poit.) sobre a germinação de sementes de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 3, p. 487-493, 2012.
- ROSADO, L. D. S. et al. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjericão “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 422-8, 2009.
- SARTOR, L. R. et al. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1653-9, 2009.
- SILVA, F. M.; AQUILA, M. E. A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 547-555, 2006.
- SILVEIRA, B. D. da et al. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 79-85, 2014.
- SOARES, G. L. G.; VIEIRA, T. R. 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, n. 1, p. 180-197, 2000.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; DUARTE, M. L. R. Atividade alelopática do filtrado de cultura produzido por *Fusarium solani*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 227-230, 2007.

SOUZA, I. F.; FURTADO, D. A. S. Caracterização de alquímicos do centeio (*Secale cereale*) e seu potencial alelopático sobre plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Ciências Agrotécnicas**, v. 26, n. 5, p. 1097-9, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: ARTMED, 2006. 722 p.

TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciências Agrotécnicas**, v. 28, n. 3, p. 691-5, 2004.

TAVEIRA, L. K. P. D. et al. Allelopathy in five species of *Erythroxylum*. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 325-331, 2013.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p.13-22, 2010.

## CAPÍTULO 2

PINTO, Érika do Nascimento Fernandes. **CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM SOLO ORIUNDO DE UM POVOAMENTO DE *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke.** 2015. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2015. 63 f.

### RESUMO

Os estudos sobre as propriedades de solos onde se desenvolve uma espécie alelopática ainda são poucos, se comparados aos testes realizados com extratos de partes da planta alelopática sobre sementes de espécies indicadoras. Esta pesquisa buscou conhecer características alelopáticas e de fertilidade de um solo sob povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke), através da avaliação do crescimento de plantas de alface. Inicialmente, realizou-se a coleta do solo sob o povoamento da *L. auriculata* (SPL) e de uma área externa a esse povoamento (SAE), a uma profundidade de 0-20 cm, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea-PB, e encaminhou-se para o Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, onde foram realizadas as análises químicas e a instalação do experimento, conduzido no Viveiro do Centro de Saúde e Tecnologia – UFCG. Utilizou-se esterco bovino adquirido na fazenda NUPEÁRIDO. Em delineamento inteiramente casualizado, aplicaram-se cinco tratamentos com cinco repetições, colocando-se três sementes de alface por vaso contendo o solo e o esterco bovino nas proporções de cada tratamento (**T1=100%SAE; T2=100%SPL; T3=75%SPL; T4=50%SPL e T5=25%SPL**) e realizando-se a irrigação diariamente. Treze dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, deixando apenas o indivíduo mais desenvolvido. Aos 63 dias da semeadura, realizou-se a colheita e mensuraram-se as variáveis: comprimento da parte aérea, da raiz, peso da massa fresca da parte aérea, área foliar e número de folhas de cada indivíduo e a análise química dos substratos. Aplicou-se a ANOVA e o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O solo do povoamento da *L. auriculata* (SPL) apresentou uma maior quantidade de nutrientes em relação ao solo da área externa ao povoamento (SAE) e influenciou positivamente no crescimento das plantas de alface. No entanto, em apenas três dos cinco tratamentos aplicados (T1, T2 e T3), a alface se desenvolveu, ou seja, nos tratamentos em que utilizaram as proporções de 50 e 75% de esterco não houve desenvolvimento das plantas de alface, em função da toxicidade gerada pela alta quantidade de nutrientes presentes nesses substratos. As variáveis analisadas em T1, T2 e T3 nas plantas de alface diferiram estatisticamente entre os tratamentos em função da origem dos solos utilizados e da proporção do esterco bovino, pois, apenas nos tratamentos que utilizaram as menores porcentagens de esterco (0 e 25%), houve desenvolvimento superior das plantas de alface. O solo oriundo do povoamento de *L. auriculata* não apresentou efeito alelopático sobre os parâmetros de crescimento da alface.

**Palavras-chave** – fertilidade do solo; alelopatia; área foliar.

## CHAPTER 2

PINTO, Érika do Nascimento Fernandes. **SEEDLING GROWTH LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) IN SOIL ARISING OUT OF A SETTLEMENT *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke**. 2015. Master Thesis in Forest Science. CSTR/UFCG, Patos - PB. 2015. 63 f.

### ABSTRACT

Studies on soil properties where it develops a kind allelopathic there are few, if compared to tests conducted with allelopathic plant parts extracts of seeds of indicator species. This research aimed to know allelopathic characteristics and fertility of the soil under settlement *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke) by assessing the growth of lettuce plants. Initially, there was the collection of the soil under the settlement of *L. auriculata* (SSL) and an outdoor area to this settlement (AOS) at a depth of 0-20 cm, the Cachoeira de São Porfírio Farm, municipality Várzea-PB, and walked to the Center for Health and Rural Technology at Federal University of Campina Grande, Campus of Patos, which were carried out chemical analysis and the installation of the experiment, conducted in Centro de Saúde e Tecnologia Rural/UFCG. We used manure acquired in NUPEÁRIDO farm. In completely randomized design was applied five treatments with five replications, putting up three lettuce seeds per pot containing soil and the cattle manure in the proportions of each treatment (**T1**=100%AOS; **T2**=100% SSL; **T3**=75% SSL, **T4**=50% SSL and **T5**=25% SSL) and performing irrigation daily. Thirteen days after sowing, there was thinning, leaving only the most developed individual. After 63 days of sowing, held the harvest and the variables measured: shoot length, root, fresh weight of shoot weight, leaf area and leaf number of each individual and the analysis chemical substrates. Applied to ANOVA and Tukey's test at 5% probability. The soil settlement of *L. auriculata* (SSL) showed a greater amount of nutrients from the ground of the area outside the settlement (AOS) and positively influenced the growth of lettuce plants. However, only three of the five treatments applied (T1, T2 and T3), lettuce developed, that is, in the treatments where the proportions used of 50 and 75% manure there was no development of lettuce plants, function of toxicity caused by the high amount of nutrients present in these substrates. The variables analyzed in T1, T2 and T3 in lettuce plants differed significantly between treatments depending on the soil origin used and the proportion of cattle manure, therefore, only the treatments that used the smaller manure percentages (0 to 25%) there was higher development of lettuce plants. The soil arising from population of *L. auriculata* showed no allelopathic effect on lettuce growth parameters.

**Key words** - soil fertility; allelopathy; leaf area.

# 1 INTRODUÇÃO

As espécies vegetais possuem individualmente propriedades que estão intimamente relacionadas às características do substrato no qual se desenvolvem. Conhecer os atributos químicos de um solo associado aos fatores bióticos da espécie florística que se desenvolveu nesse solo é de fundamental importância para uma investigação e a utilização racional dos recursos naturais de uma região, como é o caso do estudo da alelopatia presente em espécies endêmicas da Caatinga.

A alelopatia é um fenômeno que ocorre naturalmente no ambiente envolvendo vegetais e microrganismos. Esse termo, segundo Rice (1884), foi criado por Molish em 1937 e refere-se a qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outra planta, mediante produção de compostos químicos (aleloquímicos) que são liberados no ambiente.

De acordo com Taiz; Zeiger (2006), os vegetais liberam no ambiente uma grande variedade de metabólitos primários e secundários a partir de folhas, raízes e serrapilheira em decomposição, constituindo os estudos realizados sobre os efeitos desses compostos em plantas próximas o campo da alelopatia. Esses metabólitos secundários são também denominados substâncias químicas, aleloquímicos ou substâncias alelopáticas, derivadas do metabolismo secundário das plantas e podem concentrar-se em diferentes partes do vegetal.

Comumente, experimentos têm sido realizados com extratos preparados a partir de diferentes partes (folhas, flores, frutos, raízes) de uma planta alelopática. Entretanto, estudos utilizando o solo desses vegetais ainda são escassos. Para Castro (1997), há metodologias que utilizam o solo no crescimento de uma espécie, permitindo evidenciar o potencial alelopático mais próximo às encontradas no campo.

Vale salientar que é relativamente fácil mostrar que os extratos ou os compostos purificados de partes de uma planta podem inibir o crescimento de outra planta em experimentos de laboratório, mas não tem sido fácil demonstrar que esses compostos estejam presentes no solo em quantidades suficientes para alterar o desenvolvimento de um vegetal, pois as substâncias orgânicas presentes no solo estão, muitas vezes, ligadas a partículas do solo e podem ser rapidamente degradadas por microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2006).

De acordo com Rice (1884), as plantas com propriedades alelopáticas, ao se decomporem, ainda liberam no ambiente aleloquímicos, que podem influenciar no desenvolvimento de outras espécies. Segundo Oliveira Júnior et al. (2011), as substâncias químicas derivadas do metabolismo secundário das plantas são liberadas no meio através da

volatilização, lixiviação, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais. Olibone et al. (2006) afirmam que esses aleloquímicos dos resíduos vegetais são deixadas sobre a superfície do solo ou, conforme Vilela (2011), incorporadas anualmente a ele, fazendo com que a alelopatia assumira grande importância nessa perspectiva.

Diante do exposto, realizou-se um estudo sobre as características de alelopatia e fertilidade do solo de um povoamento de *Luetzelburgia auriculata*, considerando que, segundo Medeiros (1990), no solo, as substâncias alelopáticas podem combinar-se de várias maneiras e, embora, ainda não se conheçam todas as suas funções e composições químicas, as que se conhecem podem interferir fortemente no metabolismo de outros organismos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático de um solo sob povoamento de *L. auriculata* através da avaliação do crescimento de plantas de alface.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Coleta de solo e aquisição de esterco para instalação do experimento

O presente estudo foi realizado com solo coletado em povoamento de *Luetzelburguia auriculata* (Figura 1) e em área distante 50 metros desse povoamento (Figura 2), ambos os locais situados na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea-PB, cuja localização está entre as coordenadas 06° 48' 35" S e 36° 57' 15" W, a 271 m de altitude, estando inserida no Núcleo de Desertificação do Seridó.

Figura 1 – Povoamento de *Luetzelburguia auriculata*, de onde foi coletado o solo para os tratamentos da pesquisa



Fonte: Souto (2014).

Figura 2 – Indicação do local de onde foi coletado o solo externo ao povoamento de *Luetzelburguia auriculata*, para o tratamento testemunha da pesquisa



Fonte: Pinto (2015).

A área de estudo apresenta solos de origem cristalina, são rasos, pedregosos e apresentam elevada suscetibilidade à erosão, prevalecendo a associação de Neossolos Litólicos, Luvisolos e afloramentos rochosos (SOUTO et al, 2014).

Nos dois locais, primeiramente, retirou-se a camada de serapilheira presente e coletou-se o solo a uma profundidade de 0-20 cm. Em seguida, os solos das duas áreas foram acondicionados, separadamente, em sacos plásticos, peneirados e encaminhados para o Laboratório de Solos e Água para a análise química.

Para compor o experimento, utilizou-se esterco bovino que foi adquirido na Fazenda NUPEÁRIDO e encaminhado para o Viveiro do Centro de Saúde e Tecnologia – UFCG em sacos plásticos. Após peneirado, foi retirada uma amostra e encaminhada ao Laboratório de Solos e Água para a análise química que resultou nos seguintes dados ( $\text{g.kg}^{-1}$ ): N=7,53; P=1,12; K=1,13; Ca=8,28; Mg=10,0 e C=20,24.

## 2.2 Instalação e delineamento do experimento

O experimento foi conduzido no Viveiro do Centro de Saúde e Tecnologia Rural – UFCG, nos meses de maio a julho, utilizando-se sementes de alface da cultivar “Regina de verão”. As características morfológicas dessa cultivar são folhas soltas lisas de cor verde-amarelada e semente preta ou branca, contendo cada grama cerca de 900 sementes.

Para a instalação do experimento, utilizou-se vasos com capacidade para 3,0 kg, contendo solo e esterco bovino, conforme descrição no item 2.1. Primeiramente, calculou-se as proporções de solo (SPL e SAE) e esterco bovino para cada unidade experimental e fez-se a pesagem desses substratos. Em seguida, preparou-se as unidades experimentais, gerando os dados da tabela 1 e, por fim, realizou-se a irrigação.

Tabela 1 – Denominação dos tratamentos utilizados e seus respectivos valores em porcentagens do Solo da Área Externa ao povoamento (SAE), do Solo do Povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (SPL), e do Esterco bovino (E) utilizados

Tratamentos	valores em porcentagem			Denominação
	SAE	SPL	E	
T1	100	-	-	0% SPL
T2	-	100	0	100% SPL
T3	-	75	25	75% SPL
T4	-	50	50	50% SPL
T5	-	25	75	25% SPL

No dia seguinte, em cada um dos vasos (Figura 3), fez-se a semeadura direta de três sementes de alface, que diariamente eram irrigadas no início da manhã. Aos treze dias após a semeadura, com as mudas apresentando de três a quatro folhas definitivas, realizou-se o desbaste, deixando apenas o indivíduo mais desenvolvido (Figura 4).

Figura 3 – Vasos contendo os substratos para semeadura no dia seguinte



Fonte: Pinto, E. N. F. (2015).

Figura 4 – Plantas aos treze dias após a semeadura, período do desbaste



Fonte: Pinto, E. N. F. (2015).

O experimento foi instalado num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, resultando em 25 unidades experimentais e, para avaliar as

diferenças entre os tratamentos aplicados, utilizou-se o teste F e o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **2.3 Parâmetros avaliados**

Aos 63 dias após a semeadura, quando as plantas apresentaram o máximo desenvolvimento vegetativo, realizou-se a colheita, a lavagem individualmente das mudas para retirada do solo aderido às raízes, a secagem ao ar e o acondicionamento em sacos plásticos para então as plantas serem encaminhadas ao LABNUT. No laboratório, determinou-se o comprimento da parte aérea e das raízes de cada planta com o auxílio de uma régua graduada, com precisão de 1 mm. Posteriormente, determinou-se a massa fresca da parte aérea em balança digital com precisão de 0,001 g, realizou-se a contagem das folhas manualmente e determinou-se a área foliar por planta em equipamento CI-203 Area Meter. Para os dois últimos parâmetros, considerou-se apenas as folhas com inserção na planta a uma altura igual ou superior a 1,0 cm.

### **2.4 Análise estatística**

Os dados de crescimento da alface foram submetidos à análise de variância e as médias obtidas comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa ASSISTAT, versão 7.7 beta (2015).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química do solo (tabela 2) demonstrou que as quantidades de nutrientes encontradas no Solo do Povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (SPL) foram superiores às quantidades encontradas no Solo da Área Externa ao povoamento (SAE), sugerindo uma maior fertilidade do solo da espécie alelopática em relação ao SAE. Entretanto, os dois solos apresentaram uma saturação em bases (V%) maior que 50%, sugerindo solos eutróficos, ou seja, com elevado potencial nutricional.

Tabela 2 – Resultados da análise química do Solo da Área Externa ao povoamento (SAE) e do Solo do Povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (SPL)

AM	pH	P	Ca	Mg	K	Na	H + Al	T	SB	V
	CaCl <sub>2</sub> 0,01M	mg.dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		-----		%
SAE	5,2	7,2	2,4	1,0	0,20	0,17	1,5	5,3	3,77	71,6
SPL	5,6	45,6	5,0	3,0	0,43	0,22	2,0	10,7	8,65	81,2

Os teores de fósforo e o potássio encontrados no SPL foram, respectivamente, 45,6 mg.dm<sup>-3</sup> e 0,43 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, valores considerados altos segundo a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (1998) para essa cultura. Quanto às quantidades desses nutrientes encontradas no SAE, segundo a mesma referência, foram 7,2 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo e 0,20 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> de potássio, valores considerados, respectivamente, baixo e mediano para essa cultura nessa região.

Em relação aos resultados da análise química dos substratos realizada após a colheita das plantas de alface (tabela 3), observa-se um elevado potencial nutricional para todos os substratos (T1, T2 e T3), pois a saturação em bases (V%) apresentou-se maior que 50% para cada um. Quanto aos tratamentos T4 e T5, os resultados das análises químicas não foram apresentados, em razão da ausência de germinação das sementes de alface nesses tratamentos, provavelmente em virtude da alta quantidade de nutrientes, que chegou até 34 vezes maior do que o limite considerado alto para a alface nessa região.

Tabela 3 – Atributos químicos dos substratos utilizados como tratamentos no experimento após a colheita das plantas de alface

TRATAMENTO	pH	P	Ca	Mg	K	Na	H + Al	T	V
	CaCl <sub>2</sub> 0,01M	mg.dm <sup>-3</sup>					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%
<b>T1</b>	6,7	9,3	3,8	2,2	0,21	0,39	1,3	7,91	83,6
<b>T2</b>	6,9	40,5	6,5	3,5	0,26	0,48	1,3	12,03	89,2
<b>T3</b>	7,3	303,2	7,4	5,0	4,25	0,96	0,9	18,50	95,1

Em T3, o fósforo aumentou mais de sete vezes e o potássio mais de 15 vezes em relação às quantidades presentes no tratamento T2 sem esterco bovino; no entanto, houve germinação e desenvolvimento das plantas de alface. Segundo Trani (2012), apesar das hortaliças folhosas serem consideradas exigentes em nutrientes, quando um nutriente atinge no solo um valor classificado como muito alto poderá ocorrer toxidez na planta.

De acordo com Malavolta et al. (1997), o fósforo é um nutriente essencial para o desenvolvimento pleno da alface; no entanto, quando em excesso no solo, pode ter um efeito tóxico, inibindo a absorção de micronutrientes e influenciando negativamente no desenvolvimento da planta. Já o potássio, de acordo com Reis Júnior e Monnerat (2001), é o nutriente mais requerido pela alface, porém, quando em excesso no solo, pode provocar um desequilíbrio nutricional e reduzir significativamente o desenvolvimento das plantas.

A figura 5 mostra o crescimento máximo das plantas de alface em T1, T2 e T3. O crescimento observado ratifica as análises químicas do solo, pois, as plantas emergidas em T2 e T3 se desenvolveram mais do que as que cresceram em T1, sugerindo a ausência de substâncias alelopáticas associada à alta fertilidade de SPL. Oliveira et al. (2010), ao avaliarem a influência de diferentes solos superficiais de eucalipto no desenvolvimento da alface, observaram que a alface não sofreu influência negativa dos solos da espécie alelopática. Segundo Saraiva (2010), testes com o crescimento da alface sobre solo cultivado com espécies do gênero *Arachis* não possibilitou detectar efeitos alelopáticos no solo dessas espécies.

Figura 5 – Plantas de alface no dia da colheita, demonstrando diferenças visuais em função dos tratamentos aplicados



Fonte: Pinto (2015).

Apesar de os solos do semiárido do Nordeste brasileiro apresentarem-se deficientes em P e, conseqüentemente, a produtividade sem adubação ser limitada (GALVÃO et al., 2008), o solo coletado no povoamento de *L. auriculata* (T2) apresentou uma alta fertilidade, mesmo sem a adição de esterco bovino.

Em relação à alelopatia, um fator que pode ter anulado possíveis efeitos alelopáticos do SPL no crescimento das plantas de alface é a microbiota presente no solo, tendo em vista que buscando manter ao máximo as características de campo, o solo utilizado nesse experimento não foi autoclavado. Segundo Andrade et al. (2013), a microbiota do solo reduziu o efeito inibitório dos extratos aquosos de folhas do barbatimão sobre o crescimento de plântulas de sorgo e de rabanete, pois, quando utilizado o solo autoclavado os extratos aquosos tiveram maior efeito alelopático negativo, sugerindo que a microbiota do solo atua absorvendo, degradando ou inativando moléculas bioativas presentes nos aleloquímicos.

Na análise dos resultados referentes ao comprimento da parte aérea e das raízes das plantas da alface, observou-se que essas variáveis foram influenciadas positivamente pelo SPL (T2 e T3). A tabela 4 mostra que os indivíduos submetidos a T2 e T3 não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram valores de crescimento superiores aos das plantas submetidas ao T1. Esses dados sugerem não haver no SPL substâncias com efeito alelopático capazes de reduzir o comprimento das plantas de alface e confirmam a alta fertilidade do SPL, mesmo sem os 25% de esterco bovino (T3). Castro (1997) estudou o crescimento da alface em solo infestado com *Cyperus rotundus* (tiririca) e concluiu não ser possível detectar a presença de aleloquímicos através dessa metodologia.

Tabela 4 – Resultados do comprimento da parte aérea (CA) e comprimento da raiz (CR) das plantas de alface submetidas aos diferentes tratamentos

TRATAMENTOS	CA	CR
1	8,5 b	3,8 b
2	14,6 a	8,8 a
3	15,2 a	7,3 a
<b>CV %</b>	11,8	19,9
<b>d.m.s.</b>	2,5	2,2

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Martins et al. (2006), ao investigarem o potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha* sobre o desenvolvimento de outras espécies, observaram que o crescimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas não foi influenciado pelos tratamentos, evidenciando que os possíveis compostos alelopáticos envolvidos não influenciam nas estruturas de crescimento da planta, no entanto, podem atuar sobre a viabilidade da semente.

Entre 2011 e 2012, no Laboratório de Ciências de Plantas Daninhas da Universidade de Agricultura em Faisalabad no Paquistão, Safdar et al. (2014) realizaram testes para conhecer o efeito alelopático do solo rizosférico de losna-branca (*Parthenium hysterophorus*) sobre o crescimento de plântulas de milho híbrido e verificaram que a losna-branca afetou o crescimento das plantas de milho, principalmente nas raízes dessa gramínea.

A tabela 5 mostra que houve diferença estatística entre T1 e demais tratamentos na massa fresca da parte aérea e na área foliar das plantas de alface, em que T2 e T3, para as duas variáveis, os indivíduos se desenvolveram mais, demonstrando uma influência positiva do SPL (solo mais fértil) em relação ao SAE (solo com baixa fertilidade) e sugerindo a ausência de substâncias alelopáticas inibitórias no solo sobre a cultura da alface. Quanto à variável número de folhas das plantas de alface, houve um comportamento diferente dos demais parâmetros, pois, T2 foi estatisticamente superior a T1, e T3 estatisticamente idêntico aos demais tratamentos, demonstrando que o esterco bovino pode ter influenciado para diminuição no número de folhas das plantas de alface por ter aumentado o teor de potássio acima do considerado ótimo.

Tabela 5 – Resultados do peso da massa fresca da parte aérea (MFA), área foliar (AF) e número de folhas (NF) das plantas de alface submetidas aos diferentes tratamentos

TRATAMENTOS	MFA	AF	NF
1	7,0 b	374,3 b	15,8 b
2	44,0 a	1964,3 a	28,0 a
3	42,0 a	1481,2 a	22,8 ab
<b>CV %</b>	54,9	46,5	26,1
<b>d.m.s.</b>	28,7	997,4	9,8

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Santos et al. (2010), em estudo realizado com manipueira como fonte de potássio na Unidade Acadêmica do Centro de Ciências Agrárias – UFAL, também verificaram um comportamento quadrático para o número de folhas de alface quando aumentada a dose de manipueira e, conseqüentemente, a de potássio.

Em pesquisa com metodologia similar a do presente trabalho, Saraiva (2010), estudou os efeitos alelopáticos de solo cultivado com espécies do gênero *Arachis* sobre a alface e verificou que não houve diferença significativa da massa entre as plantas desenvolvidas em solo com e sem a espécie alelopática.

Rosa et al. (2013) , visando testar o efeito alelopático de espécies de *Salix* sobre sementes de rabanete, utilizaram folhas e cascas frescas fragmentadas distribuídas sobre as sementes, simulando desta forma uma condição de campo e constataram que não houve diferença significativa entre a massa fresca das plantas desenvolvidas sob essas condições e as desenvolvidas em água destilada.

Em estudo similar, Oliveira et al. (2010) utilizaram três tratamentos (solos superficiais cultivados com *Eucalyptus urophylla*, com *Eucalyptus camaldulensis* e com pastagem) e observaram que na avaliação do número de folhas, as plantas de alface desenvolvidas no solo cultivado com *E. urophylla* apresentaram desenvolvimento estatisticamente semelhante aos demais tratamentos, enquanto as plantas submetidas ao tratamento com solo cultivado com *E. camaldulensis*, desenvolveram-se mais estatisticamente do que as submetidas ao solo de pastagem, sugerindo não ter havido efeito alelopático inibidor das espécies de eucalipto.

Em testes realizados por Saraiva (2010), no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia, Faculdade de Ciências Agrônômicas na Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, ao utilizar solo com e sem o cultivo de espécies do gênero *Arachis*, o número de folhas não diferiu estatisticamente entre as plantas desenvolvidas, demonstrando que através desse parâmetro não foi possível detectar a presença de aleloquímicos inibidores no solo.

#### **4 CONCLUSÕES**

O solo oriundo do povoamento de *L. auriculata* não apresentou efeito alelopático sobre os parâmetros de crescimento da alface.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. R. et al. Efeito da microbiota do solo na atividade fitotóxica de extratos foliares de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. **Iheringia-Série Botânica**, v. 68, n. 2, p. 187-194, 2013.
- CASTRO, D. M. **Avaliação dos efeitos alelopáticos de *Cyperus rotundus* L. sobre alface e arroz utilizando-se diferentes metodologias experimentais**. 1997. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- GALVÃO, S. R. da S. et al. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.
- GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 190-194, 2006.
- LABOURIAU, L.G. **A Germinação das sementes**. Washington, Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos. 1983. 174p.
- LOPES, M. C. et al. Acúmulo de nutrientes de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 2, p. 211-215, 2003.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MANTOVANI, J. R. et al. Teores de fósforo no solo e produção de alface crespa em função de adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 2369-2380, 2014.
- MARTINS, D. et al. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.
- MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**. v.1, n.3, p.27-32, 1990.
- OLIBONE, D.; CALONEGO, J.C.; PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Crescimento inicial da soja sob o efeito de resíduos de sorgo. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 255-261, 2006.
- OLIVEIRA, J. R. et al. Avaliação dos efeitos alelopáticos de diferentes tipos de solo na germinação de alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2010.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de O.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: OMNIPAX, 2011, 348 p.
- RICE, E. L., **Allelopathy**. 2. ed. New York, EUA: Academic Press, 1984. 422 p.

ROSA, J. M. da et al. Efeito alelopático de *Salix* spp. sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Raphanus sativus* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 3, p. 255-263, 2013.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 360-364, 2001.

SAFDAR, M. E. et al. Allelopathic action of *Parthenium* and its rhizospheric soil on maize as influenced by growing conditions. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 243-253, 2014.

SARAIVA, T. S. **Investigação de efeitos alelopáticos de espécies do gênero *Arachis***. 2010. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP.

SILVEIRA, B. D. da et al. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 79-85, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. 1ª reimpressão. São Paulo: ARTMED, 2006. 722 p.

TRANI, P. E. **Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2012. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas179.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas179.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2015.

VILELA, H. **Agronomia – Alelopatia e os agrossistemas**. Disponível em: <[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_alelopatia\\_e\\_os\\_agrossistemas.html](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_alelopatia_e_os_agrossistemas.html)>. Acesso em: 25 ago. 2015.