



**fema**

Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

---

**LUANA GASPARINO SILVEIRA**

**AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS PRESENTES NO EUCALIPTO E SUA  
INFLUÊNCIA NO PLANTIO DE ALFACE**

Assis  
2011

LUANA GASPARINO SILVEIRA

AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS PRESENTES NO EUCALIPTO E SUA  
INFLUÊNCIA NO PLANTIO DE ALFACE

Trabalho de conclusão de  
curso de Curso apresentado ao  
Instituto Municipal de Ensino  
Superior de Assis, como  
requisito do Curso de  
Graduação

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Ms. Gilcelene Bruzon

Área de Concentração: Química

Assis  
2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVEIRA, Luana Gasparino

Ação dos aleloquímicos presentes no Eucalipto e sua influência no plantio de Alface / Luana Gasparino Silveira. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2010.

42p.

Orientador: Gilcelene Bruzon

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Alelopatia. 2.Aleloquímicos. 3. Germinação

CDD:660

Biblioteca da FEMA

# AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS PRESENTES NO EUCALIPTO E SUA INFLUÊNCIA NO PLANTIO DE ALFACE

LUANA GASPARINO SILVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Municipal  
de Ensino Superior de Assis, como  
requisito do Curso de Graduação,  
analisado pela seguinte comissão  
examinadora:

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Ms. Gilcelene Bruzon

Analisador: Prof<sup>o</sup>. Dra. Mary Leiva de Faria

Assis  
2011

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus  
e meus pais Zilda e Osmar pelo  
apoio e suporte que me deram.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas vitórias que me deste para chegar até o final e vencesse.

À professora, Gilcelene Bruzon pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho, que mesmo na horas que desanimei esteve la dando total apoio e ostrando os caminhos mais fáceis.

Aos amigos, que estiveram comigo durantes esses ano, nos momentos de risadas, loucuras, desabafos, na hora das provas e de desânimos que sempre estiveram ao meu lado em especial ao Carlos Eduardo, Raphael que me acompanhou nos momentos de pesquisas, desesperos e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos familiares, que sempre estiveram do meu lado, em especial meus pais Zilda e Osmar que sempre foram pacientes, e me deram total apoio nas horas de choro, risos resumindo em cada etapa de minha vida.

## RESUMO

Os aleloquímicos são compostos orgânicos produzidos por plantas superiores ou microrganismos. A produção de aleloquímicos pode variar em qualidade e quantidade, de espécie para espécie. Suas aplicações são variadas e afetam um grande número de reações bioquímicas, resultando em diferentes modificações fisiológicas nas plantas. Por ser um assunto de grande abrangência, há inúmeros estudos voltados principalmente por suas aplicações potenciais na agricultura. Esse trabalho tem por objetivo mostrar a ação dos aleloquímicos presentes no eucalipto, apontar seus benefícios e malefícios, e analisar a ação alelopática do eucalipto na germinação de alface. Foram realizados dois experimentos, in vitro e em campo. Para o experimento in vitro placas de petri foram forradas com algodão e adicionadas as sementes de alface. Em seguida as sementes foram umedecidas com água, extrato da folha e da casca de eucalipto. Após sete dias de germinação foi possível observar que os aleloquímicos presentes na folha de eucalipto teve maior influência na germinação. Em campo a análise foi realizada no período de trinta dias com semeadura de alface abaixo da plantação de eucalipto, a 10 metros e a 20 metros. Abaixo do eucalipto a germinação foi totalmente inida, a 10 e 20 metros foi observada germinação, porém não houve o desenvolvimento do alface. A partir desse trabalho podemos concluir que os compostos aleloquímicos provenientes do eucalipto influenciam de forma negativa na germinação da alface, sendo que o extrato da folha do eucalipto é o de maior influência.

**Palavras-chave:** Alelopatia; Aleloquímicos; Germinação.

## ABSTRACT

The allelochemicals are organic compounds produced by higher plants or microorganisms. The production of allelochemicals can vary in quality and quantity of species. Its applications are varied and affect a large number of biochemical reactions, resulting in different physiological changes in plants. Because it is a matter of great scope, there are numerous studies aimed primarily for their potential applications in agriculture. This work aims to show the action of allelochemicals present in eucalyptus, point benefits and harms, and analyze the allelopathic action of eucalyptus on the germination of lettuce. Two experiments were conducted in vitro and in the field. For the in vitro experiment petri dishes were lined with cotton and the lettuce seeds added. Then the seeds were moistened with water extract of the leaf and bark of Eucalyptus. After seven days of germination was observed that the allelochemicals present in eucalyptus leaf had the greatest influence on germination. In field analysis was performed within thirty days of sowing lettuce beneath the eucalyptus plantation, 10 meters and 20 meters. Below eucalyptus germination was totally INIDA, 10 and 20 meters germination was observed, but there was no development of the lettuce. From this work we conclude that the compounds derived allelochemicals of eucalyptus in a negative influence on the germination of lettuce, and the eucalyptus leaf extract is the most influential.

**Keywords:** Allelopathy, Allelochemicals, Germination.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. ALELOPATIA.....</b>	<b>12</b>
2.1 DEFINIÇÕES DE ALELOPATIA.....	12
2.2 INTERAÇÕES ALELOPATICAS.....	12
<b>2.2.1 Interações Planta-Planta.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2 Planta - Microorganismo.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3 Planta - Inseto.....</b>	<b>14</b>
2.3 FORMAS DE ALELOPATIA.....	15
2.4 EFEITOS DA ALELOPATIA.....	16
<b>3. ALELOQUIMICOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 DEFINIÇÕES DE ALELOQUÍMICOS.....	17
3.2 PRODUÇÕES DE ALELOQUÍMICOS.....	19
<b>3.2.1 Liberação dos Aleloquímicos.....</b>	<b>19</b>
3.2.1.1 Lixiviação.....	20
3.2.1.2 Volatilização.....	20
3.2.1.3 Exsudação pelas raízes.....	21
3.2.1.4 Decomposição de resíduos.....	21
3.3 AÇÃO E EFEITOS DOS ALELOQUIMICOS.....	22
<b>4. EUCALIPTO.....</b>	<b>24</b>
4.1 HISTÓRICOS DO EUCALIPTO NO BRASIL.....	24
4.2 IMPORTÂNCIA DO EUCALIPTO NA ECONOMIA.....	24
4.3 APLICAÇÕES DO EUCALIPTO.....	25
<b>5. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>27</b>

5.1 AULA PRÁTICA: RECICLAGEM DE PAPEL.....	27
5.1.1 Materiais.....	27
5.1.2 Procedimento Experimental.....	28
<b>6. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
6.1 MATERIAIS.....	30
6.2 METODOS.....	30
6.2.1 Análise em vitro.....	31
6.3.2 Análise em Campo.....	32
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>34</b>
7.1 Resultados da análise in vitro.....	34
7.2 Resultados da análise em campo.....	35
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Eucalipto é uma espécie arbórea pertencente à família das Mirtáceas, nativas principalmente da Austrália. São mais de 670 espécies conhecidas, que podem ser aplicadas para diversas finalidades, como na produção de papéis, móveis, mel entre outros (BRAEELPA, 2007).

Dentre as principais espécies plantadas em todo mundo estão o *Eucalyptus Grandis*, *Eucalyptus Urophylla*, *Eucalyptus Saligna*, utilizados na fabricação de: celulose, lenha e carvão, móveis entre outros; e *Eucalyptus Nitens* utilizado em plantações de *Eucalyptus Globulus* (LIMA, 1987).

Devido ao Eucalipto apresentar rápido desenvolvimento e crescimento, além de suas várias aplicações, cada vez mais há o incentivo para o reflorestamento com a plantação do mesmo. Assim torna-se interessante o estudo da ação dos compostos químicos presentes nesta planta, em especial os aleloquímicos.

Os aleloquímicos são vários tipos de compostos orgânicos produzidas por plantas superiores ou microrganismos (REZENDE e PINTO, 2003). A produção de aleloquímicos pode variar em qualidade e quantidade, de espécie para espécie (FERREIRA e ÁQUILA, 2006). Suas aplicações são variadas e afetam um grande número de reações bioquímicas, resultando em diferentes modificações fisiológicas nas plantas.

Um dos efeitos dos aleloquímicos nas plantas é o controle da produção e acumulação de espécies reativas de oxigênio (EROs), que se acumula nas células em resposta ao aleloquímico, sendo desta forma responsável por danificar as células causando a sua morte (AMEIDA et al.,2008).

Esse trabalho tem por objetivo mostrar a ação dos aleloquímicos presentes no Eucalipto, apontar seus benefícios e malefícios, e analisar a ação alelopática do eucalipto na germinação de alface.

## 2. ALELOPATIA

### 2.1 DEFINIÇÃO DE ALELOPATIA

O termo alelopatia é um termo original do grego e significa *allelon* (de um lado para o outro), *pathós* (sofrer). O conceito descreve a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou favorecendo o segundo, e sugere que o efeito é realizado por biomoléculas (denominadas aleloquímicos) produzidas por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substância gasosa volatilizadas no ar que cercas as plantas terrestres (RIZVI et al.,1992).

As substâncias alelopáticas são também denominadas de aleloquímicos ou produtos secundários. Para estes foram sugeridas terminologias específicas, tomando em consideração a natureza do agente doador e receptor desses compostos (GOETZE, 2004).

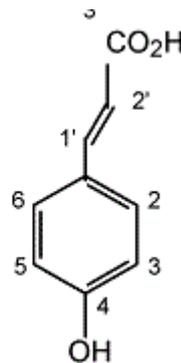
### 2.2 INTERAÇÕES ALELOPÁTICAS

Atualmente a Sociedade Internacional de Alelopatia define interação alelopática como sendo vários processos envolvendo a produção de metabólitos secundários em plantas, algas, bactérias e vírus, que influenciam no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos e agrícolas; um estudo da função dos metabólitos secundários, sua significância em organização biológica, origem evolutiva e elucidação dos mecanismos envolvendo diversas interações.

### 2.2.1 Interações Planta - Planta

As plantas possuem suas próprias defesas que as protegem de outras plantas, insetos e herbívoros predadores de modo geral. Tais defesas são de natureza química e normalmente envolvem substâncias do metabolismo secundário, os quais podem ser chamados fitotoxinas ou aleloquímicos, no qual esse fenômeno é conhecido por alelopatia (PINTO et al., 2002).

Os efeitos alelopáticos inibitórios na interação planta-planta pode ser promovido pelo ácido *p*-cumárico (figura 1) na qual variaram em função do parâmetro da planta analisado, da concentração do ácido e da espécie de planta daninha utilizada como teste. Independentemente da espécie, os efeitos inibitórios variaram positivamente com o aumento da concentração (SOUZA et al., 2005)



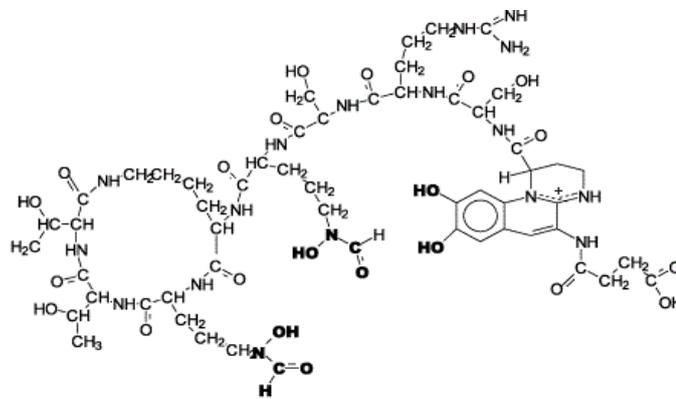
· Estrutura do ácido *p*-cumárico.

**Figura 1 – Estrutura Química do ácido *p*-cumárico (In: SOUZA et al., 2005, p.29)**

### 2.2.2 Planta - Microorganismo

Nenhuma das numerosas interações planta-microorganismo está completamente compreendida, sabe-se que para interagir com as plantas, os microrganismos utilizam os mesmos mecanismos, porém para combinações e propósitos distintos (TARZIA, 2004).

Estudos têm demonstrado que a expressão de genes envolvidos nos mecanismo planta-microrganismo pode ser controlada por um sensoriamento populacional, onde as bactérias controlam características como inibição do crescimento, nodulação, transferência de plasmídeos, secreção de enzimas envolvidas na patogenicidade, produção de antibióticos e produção de vários metabólitos secundários, como piocianina e pioverdina (figura 2). Sendo assim, a competição e sobrevivência da bactéria no solo e na planta podem ser influenciadas pela expressão de genes controlados por sensoriamento populacional (TARZIA, 2004).



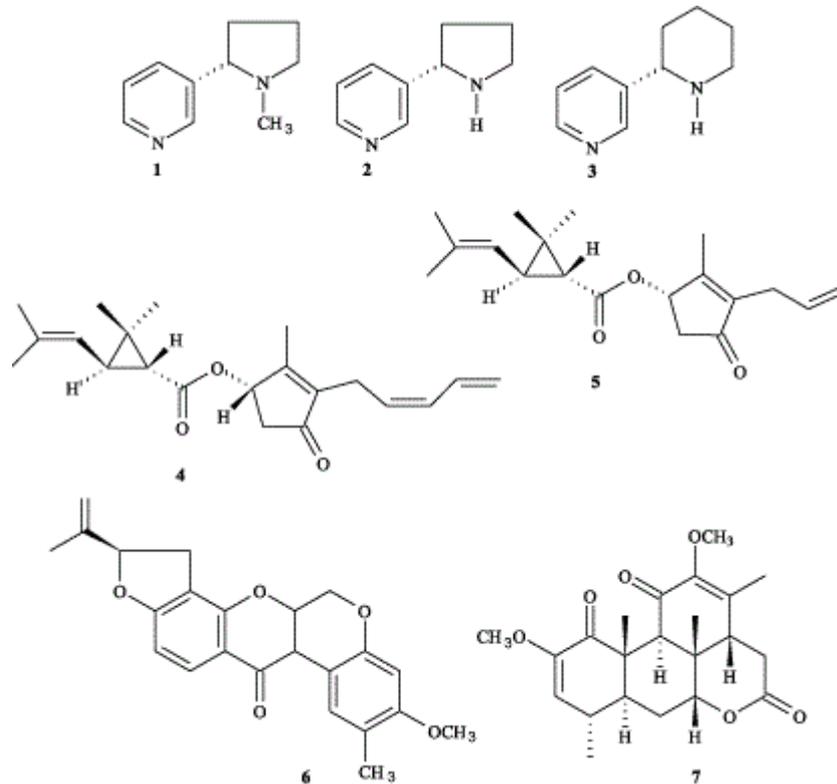
**Figura 2– Pioverdina (In: Benite; Machado, 2002, p.12)**

### 2.2.3 Planta – Inseto

As plantas desenvolveram diferentes mecanismos de ação, a fim de reduzir o ataque de insetos, incluindo as barreiras físicas e químicas, tais como: indução de proteínas de defesa, compostos voláteis que atraem predadores dos insetos herbívoros, metabólitos secundários e densidade de tricomas. Paralelamente os insetos desenvolvem estratégias para superar as barreiras de plantas, como desintoxicação de compostos tóxicos, mecanismos de evasão, sequestro de veneno e alterações do padrão de expressão genética (MELLO; FILHO, 2002).

Segundo estudos realizados, dentre os orgânicos de origem natural inibidores, encontra-se os, alcalóides como a nicotina (figura 3), nor-nicotina (figura 3) e

anabasina (figura 3), ospiretróides como a piretrina (figura 3) e aletrina (figura 3), os rotenóides tendo arotenona (figura 3) como principal exemplo, e em menor escala algunsquassinóides como a quassina (figura3) (VIEGAS, 2003).



**Figura 3 – nicotina (1), nor-nicotina (2), anabasina (3), piretrina (4) e aletrina (5), rotenona (6) quassina (7), (In: VIEGAS; 2003, p.391)**

### 2.3 FORMAS DE ALELOPATIA

A autoxidade e a heterotoxidade são diferentes formas de alelopatia. A autoxidade ocorre quando a planta produz substâncias tóxicas que inibem a germinação das sementes e o crescimento de plantas da mesma espécie; já a heterotoxidade ocorre quando substâncias fitotóxicas são liberadas pela lixiviação e exsudação das raízes e decomposição de resíduos de algum tipo de planta sobre a germinação das sementes e o crescimento de outras plantas, (ALMEIDA et al.,2008)

## 2.4 EFEITOS DA ALELOPATIA

Os efeitos alelopáticos dependem dos aleloquímicos liberados no ambiente pelas plantas doadoras, fato este que distingue alelopatia de competição, pois esta última envolve a redução ou retirada de algum fator do ambiente necessário a outra planta no mesmo ecossistema como água, luz e nutrientes. No entanto, na alelopatia somente um organismo é afetado, enquanto o outro permanece estável (CARVALHO, 1993).

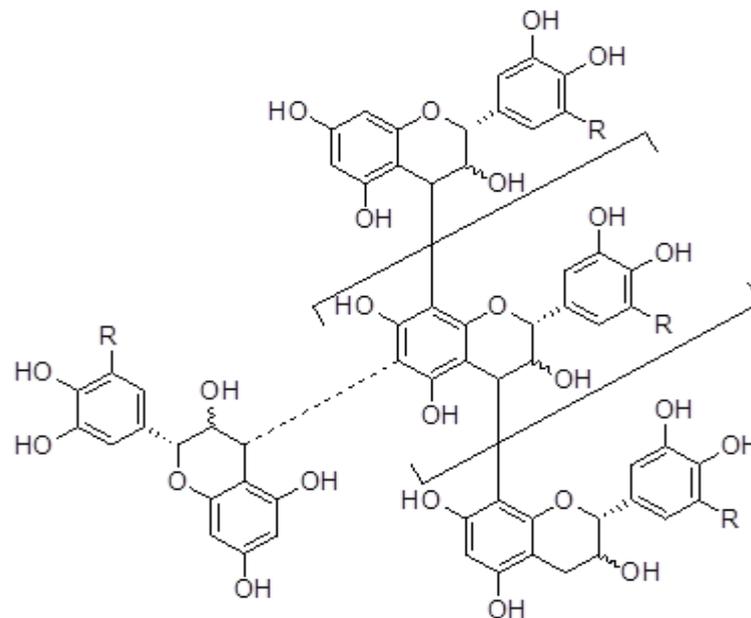
As substâncias alelopáticas liberadas por uma planta podem afetar o crescimento e prejudicar o desenvolvimento normal e até mesmo inibir a germinação de outras espécies vegetais (ALMEIDA et al., 2008).

### 3. ALELOQUIMICOS

#### 3.1 DEFINIÇÕES DE ALELOQUÍMICOS

Frequentemente pesquisas vêm sendo desenvolvidas, para distinguir a origem aleloquímica, pois sua atividade biológica pode ser reduzida ou aumentada pela ação microbiológica, oxidação e outras transformações. Os aleloquímicos são encontrados, distribuídos em concentrações variadas em diferentes partes da planta e durante seu ciclo de vida (ALMEIDA, 1988).

Os aleloquímicos estão localizados na epiderme das folhas, caules e outros órgãos. Os taninos (figura 4) e derivados encontram-se nas folhas das espécies arbóreas, como o caso do carvalho (ALMEIDA, 1988).

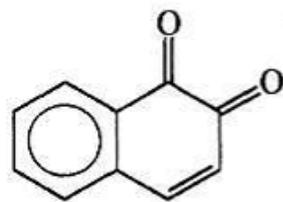


modelo de estrutura dos taninos condensados

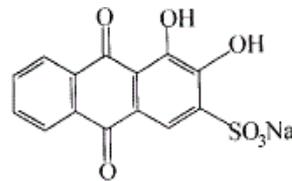
Figura 4 – Exemplo de tanino condensado (In: SIMÕES et al., 2000, p.522)

Nas plantas terrestres os aleloquímicos provem de restos de plantas vizinhas (advindos de folhas, flores, frutos e pólen que formam serapilheira) e de compostos lixiviados pela ação da chuva sobre as copas e troncos. Também podem vir dos exsudados das raízes (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Vários tipos de compostos orgânicos produzidos por plantas ou microrganismos foram identificados como aleloquímicos, sendo eles terpenos, esteroides, ácidos orgânicos solúveis em água, aldeídos alifáticos, cetonas, ácidos graxos de cadeia longa, poliacetilenos, naftoquinonas (figura 5), antraquinonas (figura 5) e quinonas complexas, originados da rota metabólica do acetato mevalonato. Já os fenóis simples, ácidos benzoicos e derivados, ácidos cinâmicos e derivados (figura 6), glicosídeos, alcalóides, cianídina, flavonoides, purinas e nucleosídeos derivados de quinonas e taninos hidrolisáveis e condensados são originados da rota metabólica do ácido chiquímico (REZENDE; PINTO, 2003).

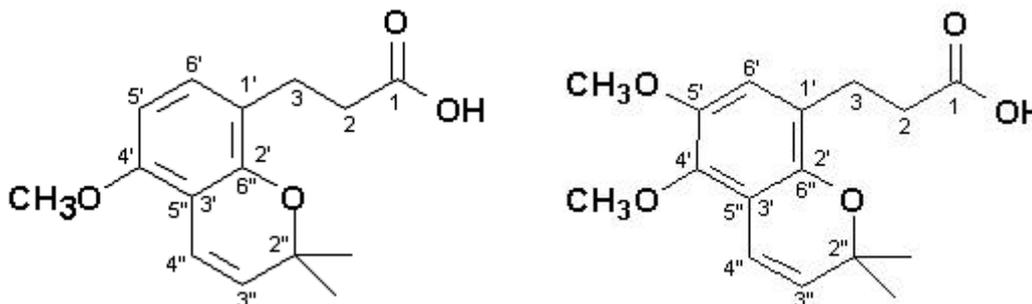


Naftoquinona



Antraquinona

**Figura 5: Estruturas Químicas das quinonas (In: FARIAS, 1998, p.4)**



**Figura 6: Estrutura química de Derivados de Acido Cinâmicos. (PASQUALOTTO et al., 2007, p.1)**

## 3.2 PRODUÇÕES DE ALELOQUÍMICOS

A produção de aleloquímicos pode variar em qualidade e quantidade de espécie para espécie, na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de um cultivo para outro, pois muito deles têm suas sínteses desencadeadas por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Segundo Weston (1996), todas as partes das plantas podem conter aleloquímicos, sendo estes encontrados nas folhas, caules, aéreos. Rizomas, raízes, flores, frutos e sementes de diversas espécies, mais as folhas e as raízes são as fontes mais importantes de aleloquímicos.

### 3.2.1 Liberação dos Aleloquímicos

Os componentes alelopáticos podem ser liberados das plantas por lixiviação e volatilização a partir dos tecidos, exsudação pelas raízes e decomposição de resíduos pelas plantas (figura 7) (ALMEIDA et al., 2008).

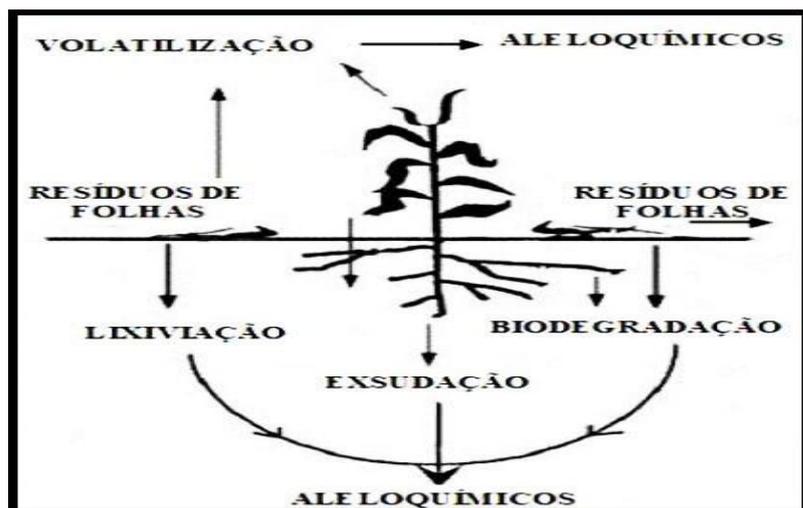
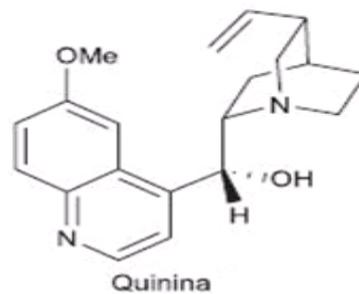


Figura 7 - Modo de liberação dos aleloquímicos no meio ambiente (In: SANTOS, 2007, p.27)

### 3.2.1.1 Lixiviação

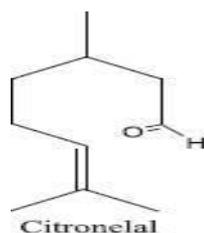
As toxinas solúveis em água são lixiviadas da parte aérea e das raízes, ou ainda dos resíduos vegetais em decomposição. Pode-se citar, principalmente dentre os compostos, a lixiviação dos alcalóides que são compostos nitrogenados farmacologicamente ativos encontrados nas angiospermas. Ex: Quinina (figura 8).



**Figura 8: Estrutura Química da Quinina (In: OLIVEIRA, SZCZARBOWSKI, 2009, p.1972)**

### 3.2.1.2 Volatilização

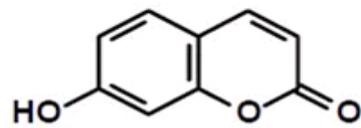
Compostos aromáticos são volatilizados das folhas, flores, caules e raízes e podem ser absorvidos por outras plantas. Nesse grupo, encontram-se compostos como gás carbônico, a amônia, o etileno e os terpenoides. Esses últimos atuam sobre as plantas vizinhas por meio dos próprios vapores ou condensados no orvalho, ou ainda alcançam o solo e são absorvidos pelas raízes. Ex: Citronelal (figura 9).



**Figura 9: Estrutura química do Citronelal (In: VIEGAS, 2003, v.26)**

### 3.2.1.3 Exsudação pelas raízes

Um grande número de compostos alelopáticos são liberados na rizosfera circundante e podem atuar direta ou indiretamente nas interações planta-planta e na ação de microrganismos. Entre estes compostos pode-se citar as cumarinas que são lactonas do ácido hidróxicinâmico. São amplamente destruídas nos vegetais, mas podem ser encontradas em fungos e bactérias. Ex: Umbeliferona (figura 10).

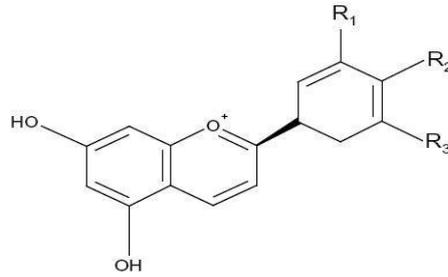


**umbeliferona**

**Figura 10: Estrutura química da Umbeliferona (In: MAGNANI et al., 2007, p.15)**

### 3.2.1.4 Decomposição de resíduos

Toxinas são liberadas pela decomposição de partes aéreas ou subterrâneas, direta ou indiretamente, pela ação de microrganismos. Perdas da integridade de membranas celulares permitem a liberação de um grande número de compostos que impõem fototoxicidades aos organismos vizinhos, como os flavonoides, que são biossintetizados a partir de fenilpropanóides. Possuem 15 C no núcleo fundamental e constitui uma classe importante de polifenóis, abundantes nos metabólitos secundários das plantas. Ex: Antocianina (figura 11)

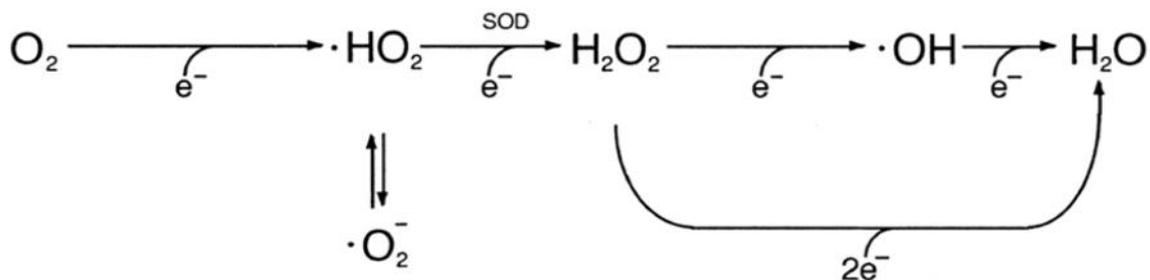


**Figura 11: Estrutura química da Antocianina (In: SILVA et al., 2007, p.67)**

### 3.3 AÇÃO E EFEITOS DOS ALELOQUÍMICOS

A ação dos aleloquímicos está envolvida na inibição e modificação do crescimento ou desenvolvimento das plantas. Os aleloquímicos podem ser seletivos em suas ações e as plantas podem ser seletivas em suas respostas, motivo pelo qual torna-se difícil esclarecer o modo de ação destes compostos (ALMEIDA et al.,2008).

Vários processos dos aleloquímicos ocorrem em função do estresse oxidativo, ou seja, uma molécula de oxigênio em seu estado diatômico ao aceitar um elétron forma um superóxido (figura 12), o qual é a primeira espécie de oxigênio reativo (EROs) formado. Este processo corre nos tecidos vegetais, onde por ação de algumas enzimas o radical superóxido é transformado em água (ALMEIDA et al.,2008).



**Figura 12: Via metabólica de espécies reativas de oxigênio em plantas (In: MORI & SCHROEDER, 2004, p. 135)**

O aleloquímico pode inibir a enzima fundamental para a produção da água, causando a morte da planta.

Além dos diversos efeitos aleloquímicos como a estrutura citológica e ultra-estrutura, hormônios (alterando concentração e o balanço entre diferentes hormônios), membranas e suas permeabilidades, absorção de minerais, síntese de pigmentos e fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, atividade enzimática, relações hídricas e condução, material genético (DNA e RNA) (FERREIRA; AQUILA, 2000), tem-se o controle da produção e acumulação de espécies reativas de oxigênio (EROs), que se acumula na célula em resposta ao aleloquímico, sendo desta forma responsável por danificar as células causando a sua morte (TESTA, 1995)

## 4. EUCALIPTO

### 4.1 HISTÓRICOS DO EUCALIPTO NO BRASIL

No Brasil as primeiras introduções do cultivo do eucalipto ocorreram em 1868, no Rio Grande do Sul por Frederico Albuquerque. Todavia, a expansão em grande escala da eucalipultura foi devida ao trabalho pioneiro do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade na então companhia Paulista de Estrada de Ferro, iniciada em 1903. Ele tinha como principal objetivo, utilizar as árvores plantadas para alimentar as caldeiras das locomotivas. Desde essa data e até por volta de 1966 às estimativas dão conta de uma área total plantada de aproximadamente 400 000 hectares. Em 1966 o governo federal estabeleceu o programa de incentivos fiscais, a fim de atender a crescente demanda, devido a utilização de madeira pela indústria como matéria prima. As regiões sul e sudeste, as quais estavam naquela época, completamente destituídas de cobertura florestal natural foram as mais beneficiadas (Lima, 1993).

O setor Florestal no Brasil apresenta extensas áreas plantadas, sobretudo no estado de Minas Gerais, que possui cerca de 2% de seu território ocupado pela cultura do eucalipto; o país possui atualmente, mais de 5 milhões de hectares de plantios florestais, sendo que o já mencionado estado mineiro é aquele com maior representatividade no negocio florestal brasileiro (MORA; GARCIA, 2000).

### 4.2 IMPORTÂNCIAS DO EUCALIPTO NA ECONOMIA

O eucalipto é de grande importância na economia, conforme relatório publicado em 2006. O PIB do agronegócio florestal, somadas todas as cadeias produtivas, está estimado pela Sociedade Brasileira de Silvicultura em US\$ 24 bilhões (ABRAF,

2006), o que baseia-se em cerca de 4% do PIB nacional. Os empregos diretos gerados no agronegócio de madeira, papel e celulose atingem 5,0 milhões de empregos nos pais, incluindo 50 mil produtores rurais familiares que participam dos programas de fomento florestal.

No ranking mundial, o Brasil é o maior produtor da chamada celulose de fibra curta de mercado com mais de 5 milhões de toneladas em 2005 (GRAZIANO et al., 2005).

Com o mercado interno ainda limitado, crescem as exportações. Cerca de 50% da produção de celulose e 21% de papel dirigem-se para fora do país, gerando divisas de US\$ 3,4 bilhões em 2005 (ABRAF,2006).

O programa de investimento do setor de celulose e papel, apresentado oficialmente ao governo federal prevê dispêndios, até 2012, de US\$14,4 bilhões na ampliação da capacidade produtiva. O programa estima acréscimos de 73% na área reflorestada, passando de 1,5 para 2,6 milhões de hectares, que permitiria elevar a produção de celulose em 59% e de papel e 72%. O valor das exportações cresceria, segundo o programa, 54%, atingindo US\$4,3 bilhões em 2012 (ABRAF, 2006).

A floresta é hoje um componente fundamental do desenvolvimento sustentável e tende a gerar novos produtos como a produção de água; a captação de gás carbônico atmosférico; a guarda da biodiversidade; a produção de biomassa, ou seja, como nova opção de investimento no panorama da economia mundial (ABRAF, 2006).

### 4.3 APLICAÇÕES DO EUCALIPTO

O eucalipto pode ser aplicado das mais diferentes formas, sendo um investimento muito lucrativo pelo seu grande aproveitamento. Na indústria de celulose [papéis diversos, guardanapo, fralda descartável, viscose, filamento (pneu), ésteres (tintas), capsulas para medicamento], na produção de óleos essenciais (fármacos, produtos de higiene, de limpeza), na indústria de alimentos (produtos apícolas, mel, própolis, geleia real), a madeira pode ser serrada para produção de móveis, construção civil e brinquedos (BRACELPA, 2007).

A idade de corte ideal de uma árvore de eucalipto para a produção de celulose, energia e carvão ocorrem entre 6 e 7 anos após seu plantio. E entre 12 e 16 anos para ser serrada e comercializada como madeira sólida. Tudo isso com os mais altos índices de produtividade do mundo (ARACRUZ, 2011).

Além das vantagens econômicas, o eucalipto também remove gás carbônico da atmosfera, contribuindo para minimizar o efeito estufa além de proteger o solo contra a erosão (BRACELPA, 2007).

## **5. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

A alelopatia é um tema no qual abrange diversas áreas de estudos, podendo assim, incluir seus estudos tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio.

As aulas exclusivamente teóricas são insuficientes para um bom, aprendizado do conteúdo e as atividades práticas e interdisciplinar são as melhores formas de se complementar a teoria (FUCHS, 2008).

Interdisciplinaridade pode ser definida como um ponto de cruzamento entre atividades com lógicas diferentes. Ela busca o equilíbrio entre as visões marcadas pela lógica racional, instrumental e subjetiva. A interdisciplinaridade tem a ver não apenas com um trabalho em equipe, mas também individual (LEIS, 2005).

O Estudo do Meio Ambiente pode apresentar um caráter interdisciplinar, com uma abordagem global. O que possibilita ao educando o reconhecimento da existência de uma interdependência entre o meio natural e o artificial. Essa visão leva a uma atitude reflexiva e responsável em relação aos recursos naturais e o desenvolvimento de hábitos e atitudes conscientes e de respeito ao meio ambiente (DIAS,1998).

Entretanto, o professor pode abordar vários temas para atividades interdisciplinares como: solos, desmatamento, reflorestamento, reciclagem, entre outros, pode-se, por exemplo, abordar a reciclagem do papel, propondo uma aula pratica.

### **5.1 AULA PRÁTICA: RECICLAGEM DE PAPEL**

#### **5.1.1 Materiais**

- papéis usados, como: embrulhos, folhas, revistas, cartões, jornais
- liquidificador / misturador (ou alternativamente, batedeira ou varinha mágica)

- jornais (para secar os papéis)
- Água
- recipientes para cada tipo de papel
- bacia
- peneira, que caiba na bacia, com a forma desejada
- panos velhos.

### 5.1.2 Procedimento Experimental

Inicialmente o papel será picado e colocado em um recipiente com água, suficiente para cobri-lo. Pode-se separar o papel em diferentes recipientes, de acordo com o tipo ou cor do papel. Deixa-lo repousar por pelo menos um dia (o papel pode ficar de molho por semanas, desde que em recipientes limpos). Pode ainda incorporar no papel que vai fazer: folhas secas, pequenas lascas de madeira, cebola triturada, bocadinhos de corda, entre outros, para fazer bonitos cartões decorativos. Para obter um papel colorido, deixe de molho papéis de cores fortes. Adicionar água e papel no liquidificador, na proporção de três partes de água para uma de papel. A própria “água do molho” pode ser aproveitada. Bater a mistura até obter a textura desejada (quanto mais bater, mais homogênea ficará a mistura, mas não bata demais porque o papel tornar-se-á quebradiço). Despejar o papel batido na bacia com água até a metade. Agitar a mistura com a mão para as partículas de papel não se depositarem no fundo. Mergulhar a peneira pela lateral da bacia até ao fundo, subindo-a lentamente, sem incliná-la, apanhando as partículas em suspensão e formando uma camada de papel sobre a peneira. Se despejar papel mais grosso, adicionem papel batido à bacia, agite e peneire novamente. Colocar a peneira sobre um jornal, para secar a superfície inferior. Passar a mão sob a peneira inclinada para escorrer água. Trocar o jornal até este não ficar mais molhado. Ainda sobre o jornal, cobrir a peneira com um pano e apertar para secar a superfície superior da folha. Usar vários panos até que não molhem a mão no toque. Observar atentamente se não há bolhas, buracos ou imperfeições no papel. Virar à peneira sobre o jornal seco e dê várias pancadas no fundo. A folha deve soltar-se (se o papel estiver muito

úmido, a folha não cai). Nesta fase, podem-se adicionar folhas e flores secas, para decorar o papel. Colocar a folha entre jornais secos e deixe-a secar até ao dia seguinte. Poderá prensá-la, com auxílio de livros pesados e grandes, como listas telefônicas entre outros materiais. Pronta, esta folha poderá ser escrita, cortada, dobrada, colada, pintada e muito mais.

A aplicação desta aula prática tem como objetivo, mostrar a importância da reciclagem do papel, com isso podendo evitar o desmatamento juntamente com o reflorestamento de plantas como o eucalipto, que pode competir com outros meios de cultura, agindo como inibidores e atrapalhando culturas futuras.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 MATERIAIS

- Água destilada
- Algodão hidrófilo
- Liquidificador
- Placas de Petri
- Papel filtro
- Proveta
- Pipeta de Pasteur
- Extratos de folhas de eucalipto
- Extrato de cascas de eucalipto
- Sementes de: Alface perolizada e não perolizada

### 6.2 MÉTODOS

Dois métodos analíticos foram realizados, em ambientes diferentes, porém com mesma data inicial; uma das análises foi realizada in vitro durante um período de sete dias e a outra em campo durante trinta dias.

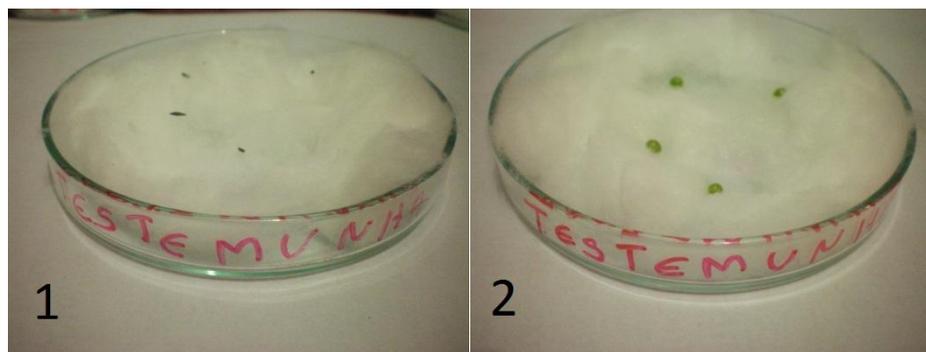
### 6.2.1 Análise *in vitro*

Foram utilizados três tratamentos com três repetições: extrato de folhas de eucalipto, extrato de cascas de eucalipto e água destilada como testemunha.

Para elaborar os extratos aquosos em cada tratamento, foram utilizadas folhas e cascas de eucalipto. Aos extratos foram adicionados 10g do material a ser testado (folha e cascas previamente lavadas) a 200 mL de água destilada. Triturou-se por um minuto em liquidificador e em seguida filtrou-se, utilizando-se algodão hidrófilo.

Os testes de germinação foram realizados em Placas de Petri forradas com algodão hidrófilo. Cada caixa recebeu 10 ml de um dos extratos, água destilada e 4 sementes da espécie a ser testada.

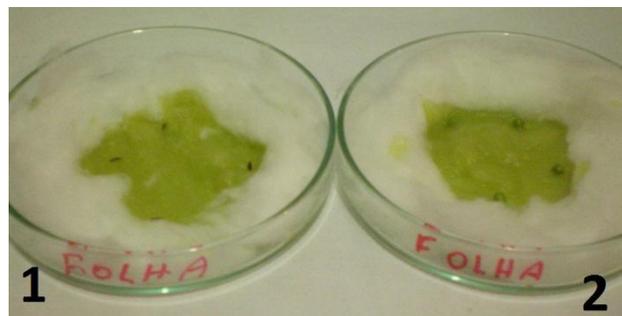
O experimento permaneceu em temperatura ambiente durante uma semana, para análise de germinação, sendo que diariamente foi borrifada com seus devidos extratos, conforme a figura 13, 14, 15.



**Figura 13 – Semente de alfaca não perolizada (1) e perolizada (2), borrifada com água (testemunha).**



**Figura 14 – Semente de alface perolizada (1) e não perolizada (2) borrifada com extrato da casca de eucalipto.**



**Figura 15 – Semente de alface não perolizada (1) e perolizada (2), borrifada com extrato da folha de eucalipto**

### **6.3.2 Análise em Campo**

O teste em campo foi realizado em uma horta na cidade de Maracaí cercada por uma plantação de eucalipto.

As sementes de alface foram cultivadas em três etapas na qual cada uma teve duas caixinhas de germinação contendo uma semente em cada, e com uma distância de 30 cm uma da outra. Na primeira etapa o cultivo foi realizado próximo a plantação do eucalipto (figura 16); a segunda etapa foi a 10 m (figura 17) da primeira e a segunda etapa a 20 m (figura 18) respectivamente.



**Figura 16 – Semente de alface cultivada em baixo da plantação de eucalipto**



**Figura 17 – Semente de alface cultivada a 10 m da plantação de eucalipto.**



**Figura 18 – Semente de alface cultivada a 20 m da plantação de eucalipto.**

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 RESULTADOS DA ANÁLISE IN VITRO

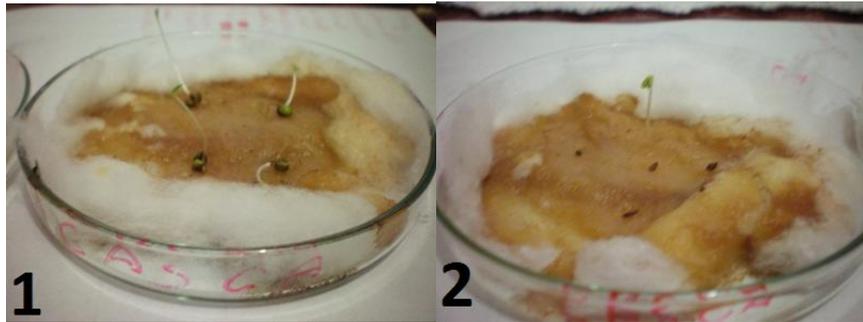
Após os sete dias de germinação (figuras 19, 20, 21) foi possível observar as partes da planta de eucalipto que liberam mais compostos aleloquímicos e sua influência na germinação de sementes como da alface.

Ao borrifar as sementes com extrato da casca de eucalipto pode-se observar que houve uma influência sobre a germinação, pois a mesma praticamente não germinou, comparando com a obtida pela testemunha (borrifada com água), impossibilitando a continuidade do cultivo. Houve também diferença nas germinações da semente perolizada e não perolizada, na qual a perolizada obteve uma taxa de maior germinação.

Ao borrifar as sementes com o extrato da folha de eucalipto, pode-se observar que a germinação sofreu uma maior influência dos aleloquímicos de que no extrato da casca, pois tanto na semente perolizada como na não perolizada o índice de germinação foi baixo.



**Figura 19 – Germinação da semente de alface perolizada (1) e não perolizada (2), após sete dias borrifados com água.**



**Figura 20 – Germinação da semente de alface perolizada (1) e não perolizada (2), após sete dias borrifados com extrato da casca de eucalipto.**



**Figura 21 - Germinação da semente de alface não perolizada (1) e perolizada (2), após sete dias borrifados com extrato da folha de eucalipto.**

## 7.2 Resultados da análise em campo

Após as análises em campo pode-se observar que na primeira etapa (figura 22) a influência dos compostos aleloquímicos do eucalipto foi totalmente inibitória, pois não houve a germinação do mesmo.

Na segunda etapa (figura 23) e terceira (figura 24) observou-se a germinação, porém não suficiente para continuidade do cultivo.

O plantio realizado no local estudado é feito a partir da distância de 90 m da plantação, sendo assim podemos considerar que nesta distância é possível o cultivo do alface.



**Figura 22 – Semente de alface cultivada em baixo da plantação de eucalipto**



**Figura 23 – Semente de alface cultivada a 10 m da plantação de eucalipto.**



**Figura 24 – Semente de alface cultivada a 20 m da plantação de eucalipto.**

## 8. CONCLUSÃO

Após os testes de germinação com diferentes extratos de eucalipto, verificou-se que o composto aleloquímico que mais influenciou na germinação de sementes foi aquele obtido a partir do extrato das folhas.

A partir do teste em campo observou-se que caso tenha nas proximidades o cultivo do eucalipto, a cultura da alface só terá uma boa germinação em distância a partir de 90 m.

A partir desse trabalho pode-se concluir que os compostos aleloquímicos provenientes do eucalipto influenciam de forma negativa na germinação da alface, sendo que o extrato da folha do eucalipto é o de maior influência.

## REFERÊNCIAS

ABRAF, Anuário Estatístico da ABRAF 2006. **Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas**, Brasília, 2006.

ALMEIDA, Fernando S. **A alelopatia e as plantas**. 1988. 60p. Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, PR, Londrina, 1988.

ALMEIDA, Gustavo Dias; ZUCOLOTO, Moises; ZETUN, Mariana Caldas; COELHO, Inácio; SOBREIR, Fabricio Moreira. Estresse Oxidativo em Células vegetais Mediante aleloquímicos. **In: Ver.Fac.Nal.Agr.Medellin**, 2008. p.4237-4247.

ARACRUZ. **O que é o eucalipto?** Disponível em:<<http://www.aracruz.com.br/eucalipto/pt/eucalipto.html>>. Acesso em: 23 mai. de 2011

BEDIN, Cristiane. MENDES, Luciana B. TRECENTE, Vanessa C. SILVA, José Mauro S. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). **Revista Científica Eletônica de Agronomia**, n.10, dez, 2006, p.1-7.

BENITE Anna Maria Canavarro, Sérgio de Paula MACHADO. Siderófolos: Uma resposta dos Microrganismos. **Química Nova** v.25, supl. 6b 2002

BRACELPA. **O mito sobre o eucalipto**. 2007. Disponível em:<<http://www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/eucalipto/index.html>>. Acesso em: 25 mai. de 2011

CARVALHO, S.I.C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria Marandu* no estabelecimento das Plantas de *Stylosanthes Guianensis***. 1993. 72p. Dissertação (mestrado) – Centro de ciências Agrárias – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CASTANHO, E.P.; GRAZIANO, N. F. Praticar silvicultura é fazer Poupança Verde. **Revista Visão Agrícola**, n.15, 2005, p. 102-160.

DIAS, G. F. Educação Ambiental: Princípios e práticas. 9º ed. Editora: Gaia, 1998.

FERREIRA, Alfredo Gui. AQUILA, Maria Estefânia Alves. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n.12, 2000, p. 175-204.

FARIAS, Maritana. **Estudo da síntese da 5-laurilamino-8-hidróxi-1,4-naftoquinona e sua complexação com metais de transição**. 1998. 118p. Mestrado – Instituto de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

FUCHS, Regina Barbosa Hardok. **Educação Ambiental como Desenvolvimento de Atividades Interdisciplinares na 5ª Série do Ensino Fundamental**. 2008. 48p. Monografia – Centro de Ciências Rurais – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.

GOETZE, Márcia; THOMÉ, Gladis C. H. Efeito Alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n.1, jan-mar, 2004, p.43-50.

GRAZIANO, N.F.; CASTANHO E.P. Praticar silvicultura é fazer poupança verde. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, v.4, 2 jul/dez 2005.

GUERRA, C. B. **Meio Ambiente trabalho no mundo do Eucalipto**. 2º ed. Editora Associação Agência Terra, 1995.

LEIS, Héctor Ricardo. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**, n.73, ago. 2005, p. 1-23.

LIMA, W. P.. **Impacto ambiental do Eucalipto**. 2º. Ed. São Paulo: EDUSP (Editora da Universidade de São Paulo), 1993.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 2º edição. Editora Plantarum Ltda. Nova Odessa, 2000.

MAGNANI, R.F.; SOUZA, G.D.; RODRIGUES, C.F. **Analysis of Alternariol and Alternariol Monomethyl Ether on Flavedo and Albedo Tissues of Tangerines with Symptoms of alternaria Brown Spot**. J. Agric. Food Chem. 2007, p.15.

MELLO, Marcia O; FILHO, Marcio C. Silva. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, vol.14, nº 2, May/Aug, 2002, p.71-81.

MELO, Patrícia G. **Avaliação alelopática e caracterização fitoquímica de Brachiaria decumbes**. 2008. p.17. Laboratório de Fitoquímica – Universidade Federal de Uberlândia, MG, Uberlândia, 2008.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H, **A Cultura do Eucalipto no Brasil**. Guaíba: ed. Agropecuária Ltda., 2000.

MORI, I. C.; SCHROEDER, J. I. Reactive oxygen species activation of plant C channels. **Plant Physiol**, 2004, p.135.

NOVAES, A. B.; JOSÉ, A. R.S.; BARBOSA, A. A.; SOUZA, I. V. B. **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista-BA: Gráfica Brasil, 1992.

OLIVEIRA, Alfredo Ricardo Marques, Daiane SZCZERBOWSKI. Quinina: 470 anos de história, contravérsias e desenvolvimento. **Química Nova**, v. 32, Supl. 7, 2009, p. 1971-1974.

PASQUALOTTO Vanessa Gisele, Patrícia Aparecida de Campos BRAGA, Maria Fátima das Graças Fernandes da SILVA, João Batista FERNANDES, Paulo César VIEIRA. Derivados do ácido cinâmico isolados de Hortia brasileira. **30 Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia – SP. 31/05 a 03/06/2007. Disponível em: <http://sec.s bq.org.br/cdrom/30ra /T0275-1.pdf>>. Acesso em 07 out. de 2011

PINTO, Angelo C. SILVA, Dulce Helena S. BOLZANI, Vanderlan da S. LOPES, Norberto P. EPIFANIO, Rosângela de A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl. 1, 2002, p. 45-61.

PIZZOLATTI , Moacir Geraldo, Anildo CUNHA , Bruno SZPOGANICZ , Eliandra de SOUZA. Flavonoides Glicosilados das folhas e flores de Bauhinia fortificada. **Química Nova**, v. 26, supl. 4, 2003 ,p.466-469.

REZENDE, C.P; PINTO J.C. In: Alelopatia e suas Interações na formação e manejo de pastagens. **BOLETIM AGROPECUÁRIO**. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2003, 55p.

RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. **Allelopathy Basic and Applied Aspects**, Boundary Row – London, edition First, 1992, p.1.

SILVA, Tania Maria Sarmento, Mário Geraldo de CARVALHO. Ocorrência de Flavonas, Flavonoides e seus Glicosídeos em espécies do gênero Solanum. **Química Nova**, v. 26, supl. 4, 2003, p 517-522.

SILVA, A.G.; CONSTANT, P.B.L.; MAIA, M.C.A. Quantificação das Antocianinas do Mangastão em safras distintas. **XV ENAAL- Congresso Latino Americano de Analistas de alimentos**. Fortaleza, 2007.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira; SCKENKEL, Eloir Paulo; GOSMANN, Grace; MELLO, João Carlos Palazzo de; MENTZ, Lilian Auber; PETROVICK, Pedro Ros. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 2ª edição, Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade/UFRGS/ Editora da UFSC, 2000.

SOUZA, A.P.S.; PEREIRA, A.A.G.; BAYMA, J.C. **Aleloquímico Produzido pela Gramínea Forrageira**, Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, 2005, p. 25-32.

TARZIA, Andréa. **Sensoriamento populacional em *Herbaspirillum spp.*** 2004. P. 100. Mestrado – Setor de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná, PR, Curitiba, 2004

TESTA, b. The metabolismo of drugs and other xenobiotcs. **Academic Press**, New Yourk, 1995, p. 475.

VIEGAS, Cláudio. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova** v.26 supl.3, 2003, p. 390-400.

WARREN, John ; LOI Rashpal; RENDELL, Nigel B; TAYLOR, **Graham**. Nitric oxide is inactivated by the bacterial pigment pyocyanin. Department of Clinical Pharmacology, Royal Postgraduate Medical School, Du Cane Road, London. *Biochem. J.* v.266, 1990, p. 921-923.

WESTON, L.A.. **Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems**. *Agron. J.*, 1996, p.860-866.