

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

ANDERSON MARIQUITO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE  
SEMENTES DE *PHYSALIS PERUVIANA* L.  
(SOLANACEAE)**

VITÓRIA  
2016

ANDERSON MARIQUITO

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE  
SEMENTES DE *PHYSALIS PERUVIANA* L.  
(SOLANACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.  
Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Viviana B. Corte.  
Co-orientador: Prof. Dr. Amir Andreão

VITÓRIA  
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

M342p      Mariquito, Anderson, 1975-  
                Potencial alelopático de extratos de sementes de *Physalis*  
*peruviana* L. (Solanaceae) / Anderson Mariquito. – 2016.  
                92 f. : il.

                Orientador: Viviana Borges Corte.  
                Coorientador: Almir Andreão.  
                Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e  
Naturais.

                1. Metabólitos. 2. Plantas - Controle biológico. 3. Plantas  
invasoras. 4. Plantas exóticas. I. Corte, Viviana Borges. II.  
Andreão, Almir. III. Universidade Federal do Espírito Santo.  
Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 57

ANDERSON MARIQUITO

**“Potencial alelopático de Sementes de *Physalis peruviana* L.  
(Solanaceae)”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal.

Aprovada em 06 de abril de 2016.

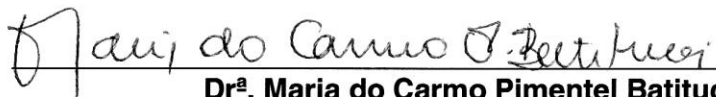
Comissão Examinadora:



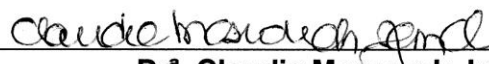
**Dr.ª Viviana Borges Corte**  
Orientadora e Presidente da Comissão - UFES



**Dr. Almir Andreão**  
Coorientador - UFES



**Dr.ª Maria do Carmo Pimentel Batitucci**  
Membro Titular Interno - UFES



**Dr.ª Claudia Masrouah Jamal**  
Membro Titular Externo - DCFAR/UFES

## AGRADECIMENTOS

À Deus, toda honra e glória por mais uma vitória, mais uma barreira superada e por colocar em minha vida pessoas maravilhosas.

À minha esposa, Fernanda Miossi Perini Mariquito, aos meus filhos Bruno e Bernardo aos meus pais Jácomo Mariquito Neto e Judith da Silva Mariquito, a minha madrinha Glória Pereira da Rós e aos meus tios, tias e primos pelo amor incondicional e por estarem sempre ao meu lado, sem vocês, nada disso seria possível, amo vocês.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup> Viviana Borges Corte pela amizade, confiança, orientação e, principalmente, pela oportunidade de vivenciar experiências importantíssimas na minha formação.

Ao Dr. Almir Andreão pela co-orientação, que juntamente com a Dra. Patrícia Andreão pelo auxílio e acompanhamento durante a preparação e execução do projeto.

À Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo P. Batitucci pelo incentivo, apoio, respeito e colaboração durante todo o projeto. Além de fazer parte da banca.

À Dr<sup>a</sup> Cláudia Jamal pela ajuda na prospecção fitoquímica, apoio, correções e por fazer parte da banca.

Ao técnico do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz Rodrigo Borges de Araújo Gomes, pela parceria e disponibilidade de estar sempre colaborando com este projeto.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, em especial o Magnífico Reitor Dênio Arantes e ao Diretor Hermes Vassoler, que me deu uma nova oportunidade de estudo, fornecendo uma licença para conclusão desta etapa.

Ao SEBCOC pelas liberações das aulas, em especial Betânia, Túlio, Dorian e os amigos que cobriram minhas aulas.

Aos inúmeros amigos que me ajudaram no campo e no laboratório, e que assim fizeram parte do que eu acreditei nesses dois anos: Alessandro Bermudes, Monique Barcelos, Tarsila Gomes, Josinei Rodrigues Filho, Fabiana Gomes Ruas, Gislane Chaves de Oliveira, Raiane Souza Fioresi, Enes Follador Nogueira, Frederico Pacheco, Patrícia, Flávio Maurício e Leonardo Faria.

A Professora Idalina, pelo apoio, ajuda e liberação de seu laboratório.

Aos meus amigos (Augusto, Helder, Larissa, Anina e Marco) e professores que fizeram parte da minha vida durante estes dois anos, e que de alguma forma, tornaram isso tudo possível.

**MUITO OBRIGADO!**

## Resumo

*Physalis peruviana* tem atraído o interesse de agricultores brasileiros devido o alto valor de mercado dos frutos. No entanto a inserção dessa planta exótica não foi acompanhada de estudos sobre seu potencial alelopático. Dessa forma, devido às questões ecológicas e econômicas relevantes, o objetivo da pesquisa foi verificar o potencial alelopático dessa planta, determinando as classes químicas presentes nos extratos. Foram analisados, os extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de *Physalis peruviana* nas concentrações de 0, 200, 400 e 800mg/L sobre a alface (*Lactuca sativa* L.) e o capim colônia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania), avaliando os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da radícula, comprimento da parte aérea, índice mitótico, além da fitoquímica preliminar. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas pelo teste Scott Knott a nível de 5% de probabilidade. Apenas o extrato metanólico nas concentrações 400 e 800mg/L afetaram a germinação da alface, ao passo que todos os extratos e concentrações testadas reduziram significativamente a germinação do capim colônia. O IVG foi reduzido em ambas às plantas apenas nos extratos acetato de etila e hexânico. O extrato metanólico, o único no qual se observa cumarinas e saponinas, teve efeito significativo sobre o índice mitótico. Tais resultados indicam significativo efeito alelopático dos extratos de sementes de fisális sobre o capim colônia, o que pode representar um promissor uso futuro na agricultura sustentável.

**Palavra-chave:** metabólitos secundários, controle biológico, plantas invasoras, espécie exótica.

## Abstract

*Physalis peruviana* has attracted the interest of Brazilian farmers due to the high market value of the fruits. However, the insertion of this exotic plant was not followed by studies on its allelopathic potential. Thus, due to relevant ecological and economic issues, the objective of this research was to verify the allelopathic potential of this plant determining the chemical classes present in the extracts. Extracts of hexane, ethyl acetate and methanol of *Physalis peruviana* seeds at concentrations of 0 , 200, 400 and 800mg / L of lettuce (*Lactuca sativa* L.), and guinea grass (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania) were analyzed evaluating the following aspects: germination percentage, germination speed index (GSI), radicle length, shoot length, mitotic index, as well as preliminary phytochemical screening. The design was completely randomized with five repetitions. The results were submitted to the analysis of variance and the means were analyzed by the Scott Knott test at the level of 5% probability. Only the methanolic extract at the concentrations 400mg / L and 800mg / L affected the germination of lettuce while the other extracts and concentrations tested, significantly reduced the germination of (guinea grass) *Panicum maximum*. The ethyl acetate extract in all concentrations, was able to inhibit the germination of (guinea grass) *Panicum maximum*, but not the germination of lettuce. The GSI was reduced in both plants only in the extracts of ethyl acetate and hexane. The methanol extract, the only one in which there are coumarins and saponins, had a significant effect on the mitotic index. These results indicate significant allelopathic effect of *Physalis* seed extracts on (guinea grass) *Panicum maximum*, which may represent a promising future use in sustainable agriculture.

**Keywords:** secondary metabolites, biological control, invasive plants, exotic species.



## Lista de tabelas

Tabela 1 - Resultados dos testes de reconhecimento das classes de metabólitos secundários em diferentes extratos de sementes de <i>Physalis peruviana</i> .....	69
Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> ) e capim colônia ( <i>Panicum maximum</i> ) submetidas a diferentes concentrações dos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de sementes de fisális ( <i>Physalis peruviana</i> ).....	70
Tabela 3 – Índice de velocidade de Germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> ) e capim colônia ( <i>Panicum maximum</i> ) submetidas a diferentes concentrações dos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de sementes de fisális ( <i>Physalis peruviana</i> ).....	71
Tabela 4 – Comprimento das raízes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) e capim colônia ( <i>Panicum maximum</i> ) submetidas a diferentes concentrações dos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de sementes de fisális ( <i>Physalis peruviana</i> ).....	72
Tabela 5 - Comprimento das folhas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) e capim colônia ( <i>Panicum maximum</i> ) submetidas a diferentes concentrações dos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de sementes de fisális ( <i>Physalis peruviana</i> ).....	73
Tabela 6- Características físico-químicas dos extratos.....	76

## Lista de Figuras (Revisão Bibliográfica)

- Figura 1.** *Physalis peruviana*. 1a *P. peruviana* ao 87° dia após a semeadura. 1b cálice de frutos de *P. peruviana* (seta). 1c flor de *P. peruviana*. 1d fruto de *P. peruviana*. Crédito: 1a-c Fabiano Mayrink; 1d Acessoria de comunicação da CEASA.....17
- Figura 2** - Sistemas de condução para *Physalis peruviana* L. A) Sistema “V”, B) Sistema “X”, C) Espaldeira e D) Sistema Livre. Lages-SC. Diagrama: Jeremias Formolo (RUFATTO 2014).....21
- Figura 3:** Principais funções dos aleloquímicos.....26
- Figura 4:** Mecanismos de liberação dos aleloquímicos pelas plantas (Adaptado Silva, 2014).....27
- Figura 5** - Visão simplificada das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas interconexões com o metabolismo primário (TAIZ, 2013).29

## Lista de figuras (artigo)

Figura 1 – Índice mitótico de *A. cepa* submetida a extratos de sementes de *P. peruviana* em diferentes concentrações: Controle (0mg/L, 200mg/L, 400mg/L e 800mg/L. a) extrato metanólico, b) extrato de acetato de etila e c) hexano.....74

Figura 2 - Efeito osmótico do peg 6000 na porcentagem de germinação da alface (a) IVG (b), comprimento da radícula (c) e comprimento da folha (d)....75

Figura 3 -. Efeito osmótico do peg 6000 na porcentagem de germinação da capim colônia (a) IVG(b), comprimento da radícula(c) e comprimento da folha(d).....76

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1. <i>PHYSALIS</i> .....	15
2.1.1. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> L. ....	15
2.1.2. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE CULTIVO DA <i>Physalis peruviana</i> LINNAEUS.....	18
2.1.3. PROPAGAÇÃO, PLANTIO, TRANSPLANTE E FENOLOGIA DA FISÁLIS.....	20
2.1.4. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ESPÉCIE <i>Physalis peruviana</i> LINNAEUS.....	21
2.2. Metabólitos secundários .....	24
2.2.1. Terpenos.....	29
2.2.2. Compostos fenólicos.....	31
2.2.3. Compostos nitrogenados.....	33
2.3. Metabólitos secundários encontrados em <i>Physalis</i> .....	33
2.4. Alelopatia.....	36
2.5. Testes Biológicos.....	38
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	42
<b>4. ARTIGO: POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE SEMENTES DE <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> L. (SOLANACEAE)</b> .....	59
INTRODUÇÃO .....	61
MATERIAL E MÉTODOS .....	62
RESULTADOS .....	69
DISCUSSÃO .....	76
CONCLUSÕES .....	80
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	82

## 1. Introdução

*Physalis peruviana* L. (Solanaceae), aqui conhecida por fisális, é uma espécie frutífera exótica de grande valor nutricional e econômico que está sendo incorporada no quadro de pequenas frutas no Brasil (ANDRADE 2008; MUNIZ et al. 2014) e há pouco conquistou o mercado do Espírito Santo (CEASA-ES, 2011). O fruto é apreciado como ingrediente para a gastronomia tradicional e molecular (PELLERANO, 2013), além de ser usado na medicina popular como anticancerígeno, antibacteriano, antipirético, imunomodulatório e para o tratamento de doenças como malária, asma, hepatite, dermatite e reumatismo (WU et. al. 2005; LORENZI & MATOS, 2008; ROCKENBACH, 2008, SANG-NGERN et. al. 2015). O fruto é uma excelente fonte de vitamina B12, minerais, ácidos graxos essenciais e carotenoides (WOJCIESZEK & RUZIK 2016), tocoferóis, vitaminas A e C (RAMADAN 2007; RAMADAN 2011), além de proteínas (HASSANIEN et al. 2011).

Todavia, essa introdução não foi acompanhada de estudos acerca de suas propriedades alelopáticas e seu potencial de impacto ambiental. Apesar de muitos autores relatarem um possível efeito alelopático para os indivíduos da família Solanaceae (AIRES et. al., 2004; ROMERO-ROMERO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2012; CARDOSO et. al., 2014), os estudos ainda são insuficientes, e para sementes de *Physalis peruviana* nenhuma informação foi encontrada. Além da escassez de estudos, soma-se a isso, a grande relevância ambiental referente aos possíveis impactos causados pela inserção de espécies exóticas em ecossistemas naturais brasileiros. Além disso, estudos sobre aleloquímicos e a identificação das plantas que apresentem princípios ativos alelopáticos, é assunto de grande relevância, tanto para o possível desenvolvimento de insumos naturais capazes de inibir o aparecimento de ervas daninhas, como na tentativa de diminuir o uso de herbicidas comerciais.

Assim, o presente estudo visa determinar ou não a existência de atividade alelopática em extratos de sementes de *Physalis peruviana* na germinação e crescimento inicial da alface (*Lactuca sativa* L.), e do capim colonião (*Panicum maximum* Jacq cv. Mombaça) e o Índice mitótico em cebola (*Allium cepa* L.).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. *PHYSALIS*

#### 2.1.1. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *PHYSALIS PERUVIANA* L.

A família Solanaceae é formada por 3000 a 4000 espécies, distribuídas em mais de 90 gêneros. Dentro da família *Solanaceae* podem ser citados alguns indivíduos como: Batata (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*S. lycopersicum* L.), beringela (*S. melongena* L.), pimenta (*Capsicum* sp.), fisális (*Physalis* sp.), sendo estas as culturas mais conhecidas e cultivadas, pois seus frutos comestíveis, tubérculos e folhas são os mais utilizados na horticultura (MACHIDA-HIRANO, 2015).

O gênero *Physalis* contém mais de 80 espécies com representantes herbáceos semi-arbustos perenes na posição vertical em zonas subtropicais e anuais, sendo vários comestíveis e outros silvestres, sendo estes pouco conhecidos (PALOMINO, 2010; BRAVO 2016). O fruto de *Physalis* tem a sua origem na região dos Andes (FRANCO, 2007), mas há cultivos de algumas variedades nos continentes americanos, europeus e asiáticos, nas quais se destacam a *P. angulata*, *P. peruviana*, *P. pubescens*, *P. primorosa*, *P. ixocarpa*, *P. philadelphia*, entre outras (ARIATI et. al., 2012).

O gênero *Physalis* foi descrito pela primeira vez por Linnaeus, em 1753, como indicam os estudos do "Plants Database", a partir de United States Department of Agriculture (USDA, 2012). O gênero *Physalis* pertence à seguinte classificação taxonômica: Reino Plantae; Subreino Tracheobionta; Subdivisão Spermatophyta Magnoliophyta; classe Magnoliopsida; Subclasse Asteridae; Ordem Solanales; Família Solanaceae; Gênero *Physalis*; Espécies *Physalis peruviana* (MUNIZ et al., 2014).

A Colômbia é o maior produtor da América do Sul, aonde comercializa este fruto pelo nome de uchuva (cape gooseberry). Em outros países como Equador o fruto é denominado de uvilla (VASCO; RUALES; KAMAL – ELDIN, 2008), no Peru é conhecido como cereza del Peru, no Japão o denominam de Hosuki e os chineses o chamam de Kuzhi (DAMU et al., 2007). Na região Norte e Nordeste do Brasil, o cultivo é muito comum nos quintais das casas, sendo que para cada região há uma nomenclatura popular para o fruto, por exemplo: camapu, camambu, joá-poca, balão-rajado, bucho-de-rã, mata-fome e saco-de-bode. Em outras regiões pode ser conhecido como: aguaymanto, capulí, Awaymanto, goldenberry, entre outras nomenclaturas (LORENZI; MATOS, 2008; CARRASCO; ZELADA, 2008; FROTA, 2009).

Atualmente o gênero *Physalis* é encontrado em todo território nacional, com exceção do Amapá e de Sergipe (STEHMANN et al., 2013). Possuem representantes em todos os biomas brasileiros, sendo encontradas oito espécies, das quais *Physalis angulata* L.; *P. cordata* Mill.; *P. minuta* Griggs; *P. peruviana* L., *P. pruinosa* L. são naturalizadas e *P. pubescens* L.; *P. subtriflora* Ruiz e Pav; e *P. viscosa* L. são nativas (HUNZIKER et al., 2001; SOARES et al., 2009; STEHMANN et al., 2013).

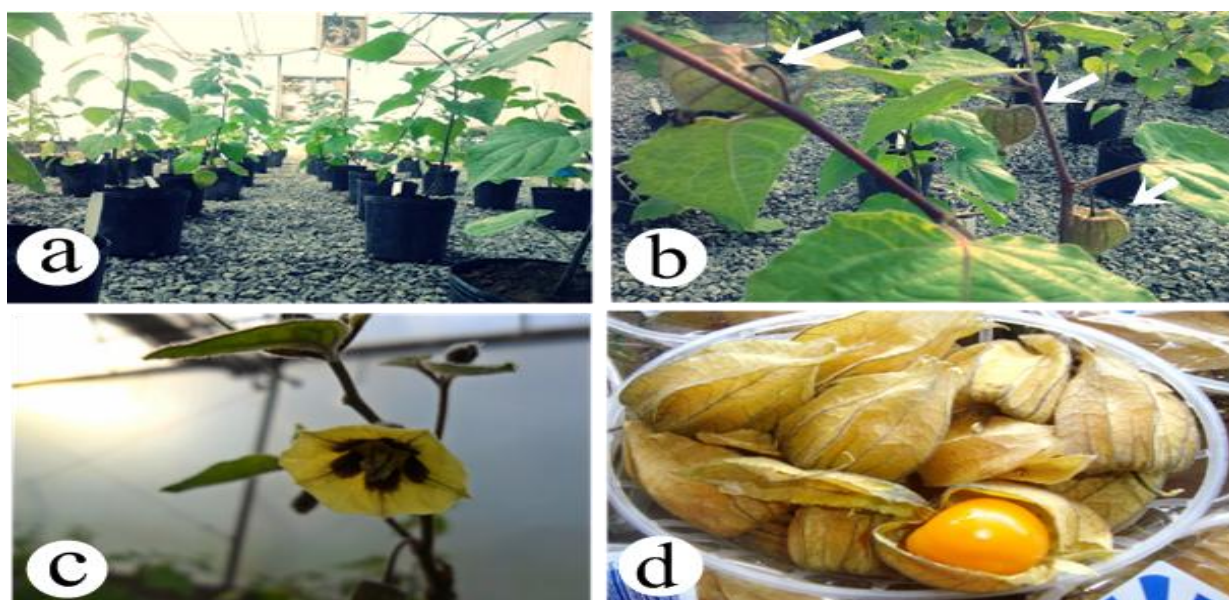
O sistema radicular da *Physalis* se configura por ser bastante ramificado, sendo que as raízes crescem a uma profundidade de 10 a 15 cm e apresentam ramificações em torno de 50 e 80cm (ÂNGULO, 2005; LIMA et al, 2009). As folhas são aveludadas e deltóides, apresentando-se de forma alternada, e quando sofrem senescência tornam-se amareladas e sofrem abscisão foliar (LAGOS, 2006).

Suas flores são solitárias, pedunculadas, hermafroditas e amarelas, com cinco máculas vinosas na base das pétalas (Figura 1c) e o cálice (Figura 1b) tem formato circular em secção transversal (SOARES et al., 2009). As flores são facilmente polinizadas por insetos, vento, ou ainda podem se autopolinizar (TAPIA e FRIES 2007).



O fruto da espécie é do tipo baga carnosa, com formato oval (Figura 1d), e possui diâmetro entre 1,25 e 2,50 cm e peso entre 4 e 10 g (CHAVES, 2006), apresentando uma coloração alaranjada e consumida em geléias, doces ou in natura após a maturação (SOARES et al., 2009). O cálice frutífero tem por função proteger o fruto de insetos, doenças e, fatores climáticos adversos. Além de proteger, o cálice da fisális fornece ao fruto açúcares nos primeiros 20 dias de crescimento, isso por realizar fotossíntese neste período (TAPIA e FRIES 2007). As sementes dos frutos de *Physalis* são fartas e de fácil germinação, requerendo pouca umidade, o que justificaria o seu aparecimento fora das áreas de cultivo (MUNIZ et al. 2012).

Especificamente, a *P. peruviana* L. (Figura 1a) (SOUZA 2015) é uma planta perene que apresenta um porte arbustivo, com segmentos caulinares lenhosos de 8 a 12 nós, apresentando uma ramificação dicotômica e uma altura que varia de 60 a 90 cm, mas em alguns casos chegando a 1,80m (LAGOS, 2006). Ressalta-se que o caule depende de um tutoramento, pois os seus ramos apresentam dificuldades de se manterem eretos.



**Figura 1.** *Physalis peruviana*. 1a *P. peruviana* ao 87º dia após a sementeira. 1b cálice de frutos de *P. peruviana* (seta). 1c flor de *P. peruviana*. 1d fruto de *P. peruviana*. Crédito: 1a-c FabianoMayrink; 1d Acessoria de comunicação da CEASA.

### 2.1.2. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE CULTIVO DA *Physalis peruviana* LINNAEUS

As diversas condições agroecológicas nas quais se desenvolvem são justificadas por ser uma espécie tolerante, capaz de se adaptar a diferentes climas e tipos de solo. As espécies localizadas no Brasil apresentam uma adaptação edafoclimática, que permite afirmar que em regiões com temperaturas baixas, com inverno rigoroso e frequentes geadas, como no caso da região temperada brasileira, no Sul do país, isso pode acarretar a morte da planta. Já em se tratando das regiões subtropicais, onde não há ocorrência de geadas, o cultivo pode ser feito durante todo o ano e o ciclo da cultura durar até dois anos (ARIATI et. al. 2012).

A viabilidade do plantio de algumas espécies leva em consideração alguns fatores como tipos de solo, clima e altitude (PETRI 2006). Partindo dessas premissas, a introdução de uma espécie e uma área específica, faz-se por meio de uma avaliação das condições climáticas e de solo da região, haja vista o objetivo de auxiliar na escolha de espécies de melhor adaptação ao clima local (RUFATO et al., 2008).

A *Physalis peruviana*, tradicionalmente, caracteriza-se por ser uma espécie de clima frio a moderado (RUFATO et al., 2008), com crescimento que começa a se alterar e a ser prejudicado quando exposta a temperaturas inferiores a 10°C (TAPIA e FRIES, 2007). Em alguns países, como por exemplo o Peru, o cultivo dessa espécie se realiza em áreas agrícolas com diferentes médias de temperatura, tais como Quechua com médias entre 7°C a 11°C e Yunga, entre 18°C a 21°C (TAPIA e FRIES, 2007). As temperaturas consideradas com ótimas para o cultivo da espécie estão entre 21 a 25°C com diferenças térmicas noite/dia de 6 a 7°C (OBRECHT,1993). Angulo (2003) argumenta que temperaturas maiores que 30°C prejudicam o florescimento e a frutificação.

A fisális suporta temperaturas baixas, porém quando caem abaixo de -2°C encontram problemas para resistir (RUFATO et al., 2008). Nota-se que os

fatores climáticos atuam diretamente no crescimento, na qualidade do fruto, e na produtividade na espécie (Muniz et al., 2010).

A *Physalis peruviana* se desenvolve em altitudes elevadas, sendo esta mais uma de suas características (FISHER e ANGULO 1999; MAZORRA et al., 2006). Ao discutir sobre a influência da altitude no crescimento vegetativo de *P. peruviana* na Colômbia, Fischer (2002) concluiu que em regiões de altitude acima de 2.300 m, como por exemplo, Villa de Leyva Tunja, já nas 32 primeiras semanas do cultivo, se obteve um maior índice de área foliar nas plantas de fisális, devido aumento das hastes.

Para a cultura da fisális, o tipo ideal de solo é o areno-argiloso bem drenado, trabalhado para ter textura granulada, com mais do que 4% de matéria orgânica e, com pH entre 5,5 e 6,8 (FISCHER et al., 2005). Uma boa drenagem e aeração, como ressalta Miranda (2004), é fundamental para a cultura da fisális, assim como é ideal uma profundidade de 40 a 60 cm. Pesquisadores no Peru destacam que em solos ligeiramente ácidos a fisális melhor se desenvolve, pois essa característica auxilia que sejam produzidos mais frutos por plantas, frutos com maior diâmetro e ainda maior concentração de pectina (FRANCO, 2000). Ainda que essas características do tipo de solo ideal estejam postas, a fisális consegue se desenvolver em vários outros tipos de solo e clima, podendo ser considerada como espécie de grande adaptabilidade, plasticidade e tolerante (FISCHER, 2000).

Em relação a exigência hídrica para o cultivo da fisális, a quantidade ideal deve estar entre 1000 a 1800 mm, ao longo de todo o ano, com umidade relativa média de 70 a 75% (MIRANDA 2004). A *P. peruviana*, necessita em sua fase inicial de crescimento de ao menos 800 mm dia. A *P. Peruviana* é resistente à seca, porém, o excesso de umidade pode ocasionar o surgimento de doenças, como o amarelecimento das plantas e queda das folhas (RUFATO et al., 2008). Por se tratar de uma espécie silvestre a ser domesticada, os métodos específicos de adubação para o cultivo da fisális ainda não são bem conhecidos, entretanto, vários estudos argumentam que a adubação e o trato

da lavoura, podem ser fundamentais nas especificações nutricionais para a cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) (RUFATO et al., 2008; KUHN et al., 2012; LIMA et al., 2012).

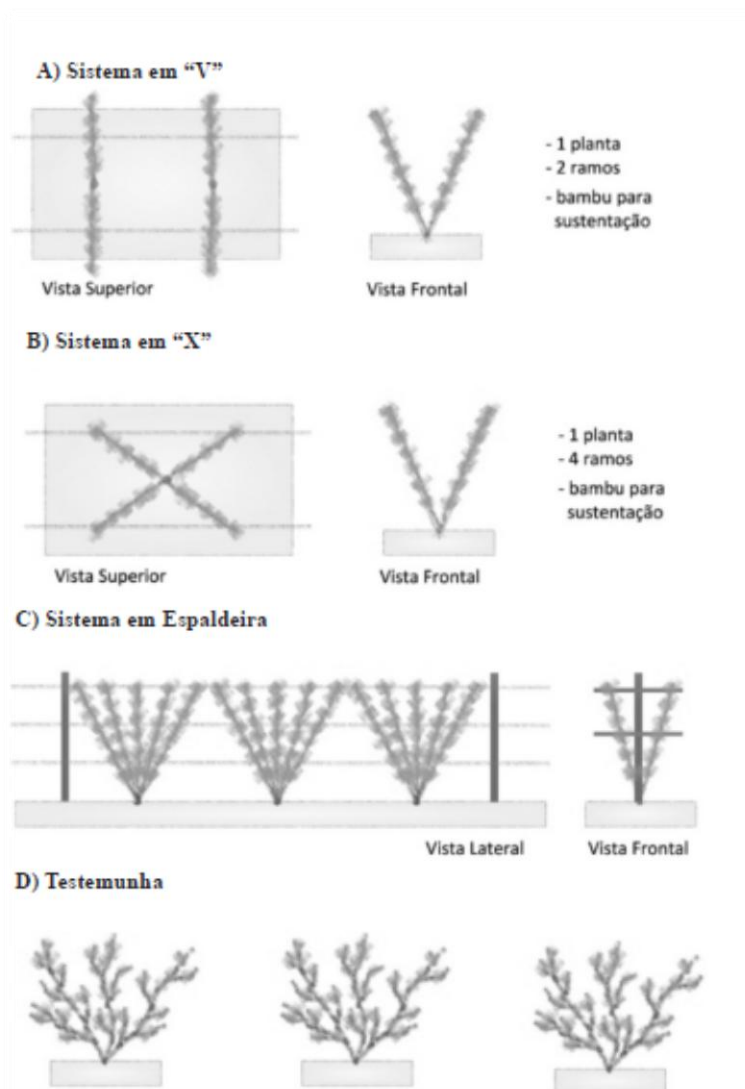
### 2.1.3. PROPAGAÇÃO, PLANTIO, TRANSPLANTE E FENOLOGIA DA FISÁLIS

O fruto da *Physalis* tem aproximadamente 12,5 a 25 mm de diâmetro e pode produzir de 100 a 300 sementes (MUNIZ et. al., 2014). A semeadura deve ser feita somente após duas semanas de armazenamento em temperatura ambiente, pois neste período ela atinge a sua maturação fisiológica (KUHN et al., 2012). Para armazenagem por períodos maiores do que oito dias, as sementes devem ficar refrigeradas em geladeira por volta de 10°C em recipientes herméticos e sem umidade (RUFATO et al., 2008).

O plantio das mudas na área definitiva deve ser realizado de preferência na primavera, utilizando-se espaçamento de 2 a 3 metros entre plantas e 2 a 3 metros entre filas, a uma profundidade de 0,50 m. Utilizando-se o tutoramento, pode-se diminuir a distância entre plantas para 0,50 a 1,50 m (RUFATO et. al., 2013).

O tutoramento das plantas é obrigatório para obter um melhor manejo do cultivo e frutas de maior tamanho e qualidade. O tutoramento pode ser sistema livre, espaldeira, sistema de condução em “X” e sistema de condução em “V” (Rufato et. al., 2013) Figura 2.

As plantas dão seu máximo rendimento no primeiro ano e tem uma vida útil de dois a três anos, dependendo da região onde são cultivadas, sendo considerada na região sul como planta anual, devido às baixas temperaturas que ocorrem no inverno. Já em regiões de clima mais quente pode ser cultivada comercialmente por até dois anos (MUNIZ et al., 2010).



**Figura 2** - Sistemas de condução para *Physalis peruviana* L. A) Sistema "V", B) Sistema "X", C) Espaldeira e D) Sistema Livre. Lages-SC. Diagrama: Jeremias Formolo (RUFATTO 2013).

#### 2.1.4. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ESPÉCIE *Physalis peruviana* LINNAEUS

*Physalis peruviana* L. (Solanaceae) é uma espécie frutífera exótica de grande valor nutricional e econômico que está sendo incorporada no quadro de pequenas frutas no Brasil (ANDRADE 2008; MUNIZ et al. 2014) e, há pouco, conquistou o mercado do Espírito Santo (Ceara-ES, 2011).

A área de cultivo no mundo é quase 30.622 ha e 162,386 toneladas de rendimento é obtido a partir esta área (FAOSTAT 2013 APUD YILDIZ 2015).

Na região andina, o cultivo comercial da espécie é presente em toda sua extensão (NOVOA et al., 2006). Um país de grande importância na exportação mundial do fruto é a Colômbia, com 6.000 toneladas, porém apenas 50% de sua produção são exportados (GARTNER 2012). O Ministério de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia (2006) divulgou que, em 2005, apenas 50% das fisális encaminharam-se para exportação, mesmo assim gerando para o país US\$ 23.8 milhões, tendo como destino principalmente os Estados Unidos e países da União Européia. A África do Sul também se destaca como importante produtor de *P. peruviana*. O cultivo ainda é reportado nos Estados Unidos e na Nova Zelândia (MAZORRA 2006).

O cultivo de *P. peruviana* em solo brasileiro é recente, surgindo em São Paulo, na Estação Experimental de Santa Luzia, em 1999 (CHAVES 2006). A espécie logo foi incorporada ao quadro comercial de pequenas frutas (FISCHER 2000; ANDRADE 2008). O cultivo e comércio da fisális no Brasil ainda se concentra região sul do país, e aos poucos vêm ganhando mercado nas demais regiões.

Por se tratar de frutos pequenos e frágeis, a exportação encontra dificuldades, mas os frutos que não se adequam às exigências da exportação são encaminhados para a produção de conservas e desidratados (CASTRO et al., 2008), o que aumenta o valor comercial e o tempo de comercialização.

O sabor exótico da *P. peruviana* tem sido muito apreciado no Brasil. Gerou uma boa aceitação no mercado nacional, ao conquistar o paladar de consumidores exigentes, aumentando o interesse econômico dos produtores brasileiros pelo cultivo da espécie (LIMA et al., 2009). A fisális, no Brasil, vem acompanhando os desejos da gastronomia mundial, sendo introduzida como ingrediente na gastronomia tradicional e molecular (PELLERANO 2013).

O fruto também valoriza-se por ser usado na medicina popular como anticancerígeno, antibacteriano, antipirético, imunomodulatório e para o tratamento de doenças como malária, asma, hepatite, dermatite e reumatismo (WU et. al. 2005; LORENZI & MATOS, 2008; ROCKENBACH, 2008, SANG-

NGERN et. al. 2015). O fruto é uma excelente fonte de vitaminas B12, minerais, ácidos graxos essenciais e carotenóides (WOJCIESZEK ; RUZIK, 2016), tocoferóis, vitaminas A e C (Ramadan 2007; Ramadan 2011), além de um excepcionalmente elevado teor de proteínas para um fruto (HASSANIEN et al. 2011).

O valor do fruto da fisális, divulgado pelo CEASA do estado do Espírito Santo, em 2014 era comercializado por US\$ 19,53 o quilo (CEASA-ES 2015). Segundo Lima (2009), nos supermercados, o valor final para o consumidor alcança R\$ 90,00 o quilo. A boa aceitação do fruto em mercados nacional e internacionais e seu alto valor comercial vêm chamando atenção para a necessidade de estudos científicos agrícolas com foco na melhora das técnicas de produção e cultivo (MUNIZ et al., 2014). Além disso, se fazem necessários estudos acerca do possível potencial alelopático da espécie, tendo em vista o fato de ser uma planta exótica introduzida.

O processo de invasão de uma planta exótica é denominado de contaminação biológica, que é a introdução de espécies de um dado ecossistema, mas que sofrem naturalização, podendo provocar mudanças estruturais e funcionais no ambiente em que se estabelece (ZILLER, 2000). Estudos com a espécie exótica *Calotropis procera* em áreas de restinga, mostrou que áreas abertas ou perturbadas deste ecossistema são suscetíveis ao estabelecimento desta planta (RANGEL & NASCIMENTO, 2011). Trabalhos realizados com *Prosopis juliflora*, no semiárido nordestino, mostraram que esta espécie exótica, uma vez estabelecida no ambiente, promove formação de sistemas monodominados, o que traz grandes prejuízos para o patrimônio genético e autóctone (ANDRADE, FABRICANTE & OLIVEIRA, 2010).

Nesse sentido alguns experimentos científicos têm apontado para a presença de aleloquímicos nas folhas das *Physalis*, como os que Ariati et. al. (2012) destacam: os flavonoides, os alcaloides, os taninos e as saponinas. Estas substâncias são denominadas compostos secundários, originadas do metabolismo secundário de plantas.

## 2.2. Metabólitos secundários

A busca por produtos que proporcionem algum tipo de benefício aos consumidores e promovam melhores benefícios econômicos tem se tornado um fator marcante do setor industrial, desta forma, novas tecnologias têm sido buscadas visando a obtenção de produtos com os requisitos citados, e, dentre as diversas áreas de pesquisa, as que envolvem os vegetais têm se destacado, uma vez que seus resíduos metabólicos podem conter substâncias biologicamente ativas que podem ser exploradas visando melhorias de qualidade de vida e, em especial, a partir de fontes naturais (PEREIRA; VIDAL; CONSTANT, 2009).

O metabolismo secundário se caracteriza por produzir compostos que não possuem uma distribuição universal entre os diferentes tecidos vegetais, estando presentes em apenas algumas espécies ou grupo de espécies filogeneticamente ligadas. As substâncias obtidas do metabolismo secundário são os metabólitos secundários, e não possuem papel diretamente ligado ao crescimento ou desenvolvimento vegetal, estando, normalmente ligados à defesa contra o ataque a patógenos, contra a herbivoria, contra a competição, bem como estão ligados a atração de agentes benéficos como agentes polinizadores, agentes disseminadores, estabelecimento de relações simbióticas com micro-organismos, além de atuarem no estresse abiótico (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Em habitats naturais as plantas estão cercadas de inimigos naturais tais como: vírus, bactérias, fungos, vermes, insetos, mamíferos e outros herbívoros. Para combater estes inimigos as plantas contam com sistemas de defesas, como: cutícula e periderme, além de compostos do seu metabolismo secundário que fazem a defesa destas plantas (TAIZ, 2013).

Os metabólitos secundários são produzidos em diferentes órgãos da planta, sendo a sua concentração é variável entre os tecidos (BORELLA et al., 2012) e a sua produção regulada por diversos fatores ambientais, tais como:



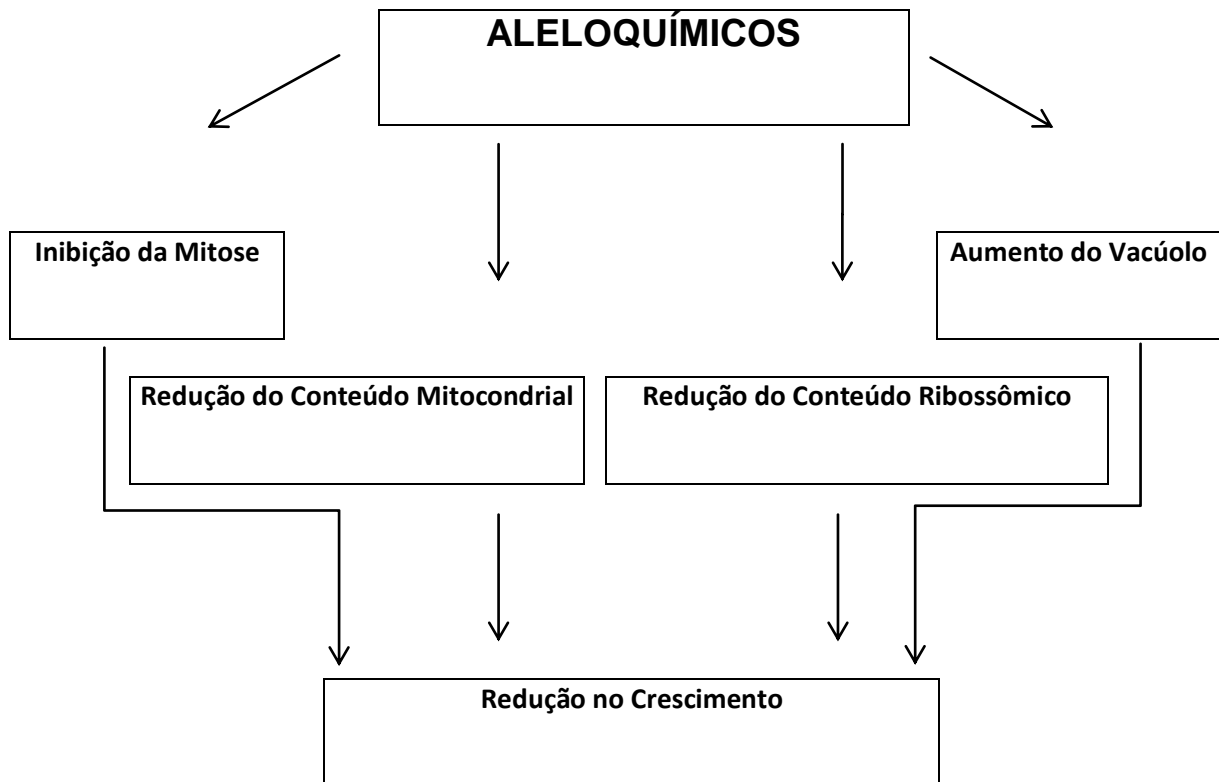
disponibilidade de água e nutrientes, intensidade luminosa, temperatura, entre outros (CARMO, BORGES; TAKAKI, 2007).

Esses se encarregam pela defesa química da planta, produzindo mecanismos que atuam contra os diversos fatores de estresse, como insetos, patógenos e outras plantas, desempenhando também outras funções, como por exemplo, a atração de polinizadores e, a de possuir propriedades medicinais, muito utilizados indústrias farmacêutica e alimentar (ARIATI et. al. 2012).

As classes químicas presentes promovem mecanismos de ação sobre a planta alvo, que podem ser tanto diretos ou indiretos. Os efeitos diretos estão associados às alterações no metabolismo vegetal e no crescimento. Já a ação indireta se dedica à alterações nas características nutricionais do solo. As classes de metabólitos, tais como os ácidos fenólicos, cumarina, saponinas, glicosídeos, terpenos, alcaloides, esteróides e flavonoides, estão presentes em pequena quantidade e quando liberados sozinhos não causa efeitos sobre a planta-alvo, pois ficam isolados para evitar sua própria autotoxicidade (COSTALONGA, 2009).

Além disso, Corrêa (2015) ressalta que a atuação dos metabólitos secundários podem se dar em atividades medicinais, como ação anti-inflamatória, anti-helmíntica, antifúngica, antimicrobiana, antitumorais, antiasma, antiulcerogênica, citotóxica, assim como, desempenham função de desenvolver a resistência natural da espécie em seu ecossistema, com compostos específicos que atuam como indicadores taxonômicos de família.

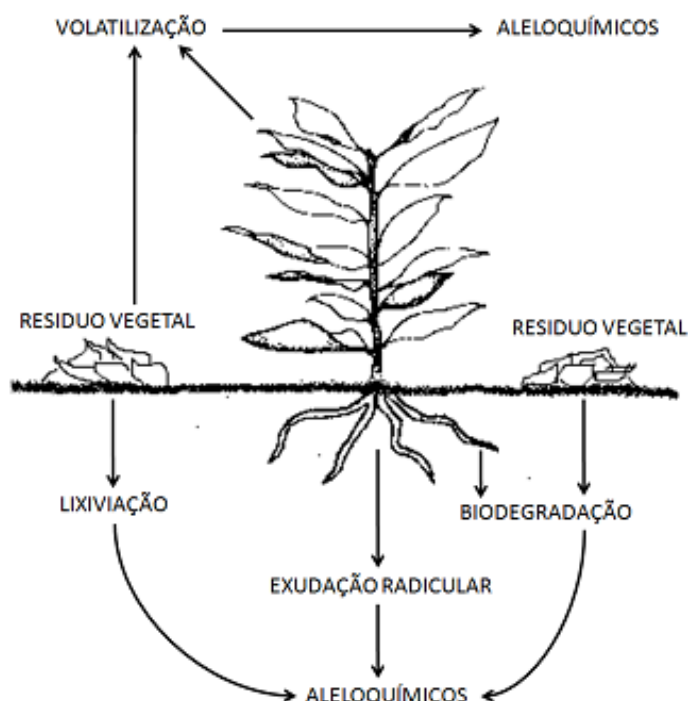
Os metabólitos secundários com potencial alelopático são denominados aleloquímicos (SILVA et al., 2011). Os aleloquímicos (Figura 3) atuam diretamente nos processos fisiológicos da planta, em especial na divisão celular, crescimento, permeabilidade da membrana celular, fotossíntese, respiração, síntese de lipídios, proteínas e ácidos graxos e outros (FERREIRA; MEDEIROS & SOARES, 2008; OLIVEIRA, 2014).



**Figura 3:** Principais funções dos aleloquímicos.

Os aleloquímicos podem ser liberados das diversas partes da planta para o ambiente de diversas formas, como decomposição de resíduos vegetais, volatilização, exsudação radicular e lixiviação (Figura 4) (ZHANG, PAN; LI, 2010).

A alelopatia não é um efeito exclusivo das plantas, é verificada em todos organismos, porém, se torna mais nítida em plantas. Ao desenvolver processos inibitórios sobre outros organismos, a alelopatia pode operar um mecanismo de defesa contra patógenos, pragas e herbívoros e outras plantas, pois seus efeitos continuam a se propagar mesmo depois que a planta morre. A liberação dos aleloquímicos pode ocorrer de forma volátil ou pelo contato com o orvalho ou água da chuva (lixiviação), sendo lançados ao solo quando atingem a concentração ideal, podendo, desta maneira, influenciar no desenvolvimento dos seres vivos que por ali se encontram (ALMEIDA, 1991).



**Figura 4:** Mecanismos de liberação dos aleloquímicos pelas plantas (Adaptado. Silva, 2014)

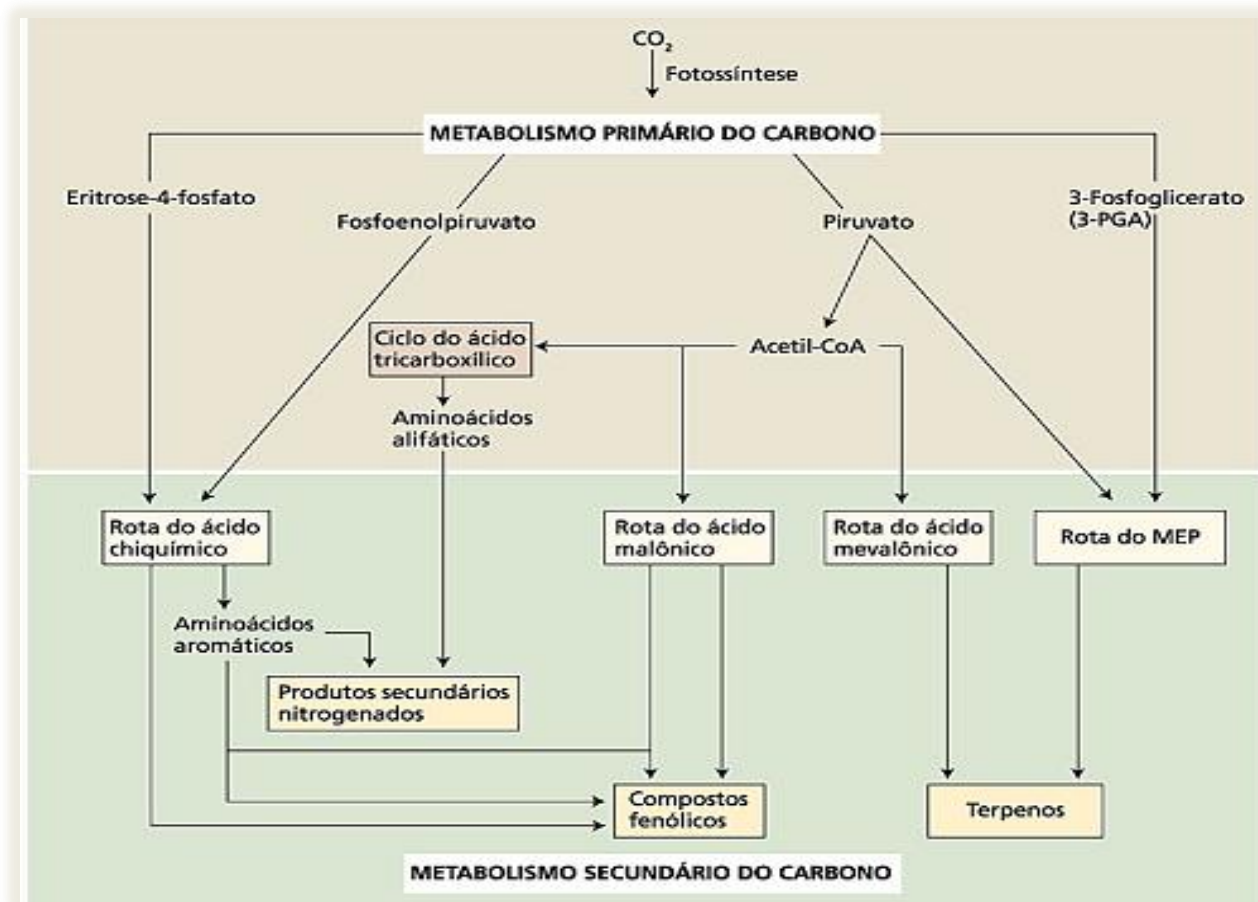
Alguns metabólitos secundários apresentam distribuição restrita ao reino plantae, sendo restrito a uma espécie vegetal ou a grupo de espécies relacionadas (TAIZ, 2013). Estes proporcionam vantagens aos vegetais em relação aos organismos ao seu redor, que não os possuem. Ao longo da evolução, foram originados por mutações e selecionados pela seleção natural (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Os compostos naturais obtidos em plantas durante toda história da humanidade sempre foi alvo de muitos experimentos em diversas civilizações, iniciou-se com intuito de proporcionar a cura para distintas enfermidades e para o combate a pragas na agricultura. Atualmente, muitas pesquisas científicas têm se debruçado em descobrir ainda mais o potencial de atuação das moléculas bioativas, convocando diferentes áreas do conhecimento, como por exemplo, a biologia, a química, a farmácia, a medicina e a antropologia (CORRÊA, 2015).

Nesse contexto, os estudos sobre a extração e caracterização dos compostos do metabolismo secundário presentes em plantas se fazem de grande relevância, devido suas propriedades biológicas e seus efeitos terapêuticos, sendo chamados, segundo Ariati et. al. (2012) de “princípios ativos”.

Potencialmente úteis aos homens, esses “princípios ativos”, ou a variedade de metabólitos secundários vegetais existentes, vem despertando o interesse de pesquisas que visam neles uma importante fonte de moléculas. De acordo com Ariati et. al. (2012), os principais metabólitos secundários encontrados nas plantas são os terpenos, compostos fenólicos e os compostos nitrogenados e suas principais rotas estão representadas na Figura 5, sendo os alcaloides a principal classe dos compostos nitrogenados.

Os terpenos constituem a maior classe, os quais podem ser formados por duas rotas de biossíntese distintas, a rota do ácido mevalônico e a rota do metileritritol fosfato (MEP), sendo, geralmente, encontrados nos óleos essenciais. Os compostos fenólicos são biossintetizados pela rota do ácido chiquímico e do ácido malônico e apresentam várias funções nos vegetais, sendo que muitos com atividades biológicas importantes, tais como antitumorais, antivirais, antioxidante, entre outras. Os compostos nitrogenados, no qual se inclui os alcaloides, glicosídeos cianogênicos e glucosinolatos, são sintetizados a partir de aminoácidos comuns ou aromáticos, sendo muito utilizados na produção de fármacos naturais.



**Figura 5** - Principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas interconexões com o metabolismo primário (TAIZ, 2013).

### 2.2.1. Terpenos

Os terpenos, derivados de isoprenóides, são uma das mais diversas classes de metabólitos. O *Dictionary of Natural Products* lista mais de 30 mil, principalmente de origem vegetal, que engloba aromas e fragrâncias, antibióticos, hormônios vegetais e animais, lipídios da membrana, atrativos de insetos e mediadores dos processos de transporte de elétron, na geração de energia de respiração e fotossíntese (BUCKINGHAM, 2004).

Os terpenos são a maior classe de metabólitos secundários, sendo sua maioria insolúvel em água, derivando de unidades pentacarbonadas. São classificados de acordo com o número de unidades de isopreno que entraram em sua

síntese (5 carbonos cada unidade), e os principais tipos seriam: Monoterpenos (10C), sesquiterpenos (15C), diterpenos (20C), triterpenos (30C) e tetraterpenos (40C) (TAIZ 2013).

A atividade alelopática dos monoterpenos já é bem conhecida desde os anos de 1920, onde pôde ser constatada uma forte inibição da germinação de sementes por esse composto (SIGMUND 1924). Já para os triterpenos os resultados encontrados para o seu potencial alelopático são antagônicos, pois alguns pesquisadores relatam um forte efeito alelopático enquanto outros indicam uma fraca atividade (MACÍAS et al.,1997). Isso ocorre devido aos variados tipos de triterpenos.

As saponinas são esteróides ou triterpenos glicosídeos, assim denominadas devido às suas propriedades detergentes e emulsificantes (TAIZ, 2013), sendo ainda hidrossolúveis, com propriedades tensoativas e hemolíticas, ambas atribuídas às suas características estruturais de natureza anfílica (VALDEZ et al. 2015). Elas originam-se do metabolismo secundário vegetal e podem ter como principal função atuar na barreira química ou como um protetor no sistema de defesa da planta (WINA et al., 2005). Podem interferir no processo difusivo do oxigênio, o que reduzira a taxa respiratória e a germinação da semente (CAPOBIANGO et al 2009) apud MARCHAIM et al.,1974). Ademais, atuam de maneira tanto direta quanto indireta no processo alelopático. O primeiro inclui modificações no metabolismo vegetal, hormonal, na respiração, divisão celular e germinação. O processo indireto afeta o solo e a biota residente no meio (RICE, 1984; RIZVI et al.,1992).

### 2.2.2. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos integram um grupo heterogêneo com mais de 10.000 compostos. São solúveis em solventes orgânicos, outros são ácidos carboxílicos e glicosídeos solúveis em água ou ainda grandes polímeros insolúveis Esta classe de compostos apresenta uma grande diversidade, tendo

como exemplo: os taninos, os flavonoides, as cumarinas e as antraquinonas (SILVA et al., 2010).

Alguns compostos metabólitos, como os ácidos fenólicos, afetam diretamente o alongamento radicular da planta, pois atuam no aumento da atividade das enzimas oxidativas, modificando a permeabilidade das membranas e a síntese da lignina, (BAZIRAMAKENGA et al., 1995; FERRARESE et al., 2001). A presença dos ácidos fenólicos, comprovada por estudos realizados em pepinos, apontou para a estimulação do aparecimento de raízes secundárias, ao contrário, em ervilhas, observou-se que os ácidos inibiram tanto a expansão foliar e o comprimento da raiz (VAUGHAN & ORD, 1990; BLUM & REBBECK, 1989).

Um estudo realizado por Rockenbach et al. (2008) encontrou nos frutos da *Physalis peruviana* dez tipos diferentes de ácidos fenólicos: Salicílico, Gentísico, o-cumárico, Protocatequínico, Quínico, p-cumárico, Pirogálico, Ferúlico, Sináptico e Clorogênico, sendo que estes apresentavam grande atividade antioxidante. A atividade enzimática da planta pode ser inibida por diversas substâncias, tais como as substâncias extraídas de *Pinus laricio*, que interferem nas enzimas glicose-6-fosfato desidrogenase, glicose-fosfato isomerase e aldolase, modificando o processo sintético de açúcares (MUSCOLO; PANUCCIO; SIDARI, 2001). Os ácidos fenólicos podem atuar em plantas tanto reduzindo seu crescimento, quanto o promovendo. Quando se ligam ao ácido giberélico (GA), atuam na redução e quando se ligam ao ácido abscísico (ABA), estimulam o crescimento (CORCORAN; GEISSMAN; PHINNY, 1972).

Os flavonoides representam uma importante classe de polifenóis com forte atividade biológica, dentre elas, controle de ação de hormônios vegetais, agentes alelopáticos e inibidores enzimáticos (FORMAGIO et al, 2010). Os danos causados pelos flavonoides dependem de dois fatores: a estrutura molecular e a concentração utilizada. Isso pode então promover ou inibir o crescimento de raízes (WEBSTER et al., 1998; MACIAS et al., 1997).

Paszowski & Kremer (1988) em seus estudos com o gênero *Abutilon* isolaram seis compostos flavonoides capazes de inibir a germinação e o crescimento radicular de plantas-alvo e também de fungos decompositores de sementes. Ainda, diminuem a entrada de oxigênio nas mitocôndrias e, nos cloroplastos, afetam a eficiência do fotossistema II e transporte de elétrons (MORELAND & NOVITZKY, 1988).

A ação enzimática da catalase, peroxidase, amilase e entre outras, em diversas espécies de plantas, sofrem com a influência dos taninos, que acabam inibindo suas atividades. Estudos realizados com batatas apontaram para o fato dos ácidos clorogênico e caféico como inibidores da enzima fosforilase (SANTOS 2007).

Diversos compostos aleloquímicos também irão atuar no metabolismo fotossintético, ao se reduzir o conteúdo das clorofilas e, conseqüentemente, reduzir a fotossíntese pelo intermédio da ação das cumarinas e dos compostos fenólicos, sendo importante frisar que os compostos cumáricos agem no fechamento dos estômatos (ELIO et al., 2004). A cumarina possui a capacidade de bloquear a mitose e diminuir a entrada de água na célula (MURRAY et al., 1982; ABENAVOLI et al. 2006).

### 2.2.3 Compostos nitrogenados

São compostos que incluem nitrogênio como parte de suas estruturas. Incluem-se nesse grupo compostos bem conhecidos na defesa de plantas como os alcaloides.

Os metabólitos secundários como os alcaloides, apresentam em sua estrutura molecular o nitrogênio, sendo considerados como compostos nitrogenados, produzidos por um ou poucos aminoácidos comuns, tais como a tirosina, lisina e o triptofano (PAIVA, 2013). A atuação de alguns alcaloides se direcionam para a defesa da planta contra predadores, nos quais os mais conhecidos são nicotina, atropina, cocaína, codeína, morfina e estricnina (PAIVA, 2013). O



potencial alelopático dos alcaloides foi relatado no estudo da *Crotalaria juncea* L, em que se observou que espécies como corda-de-viola mostraram-se mais sensíveis que as espécies de picão-preto e leiteiro sob efeito do extrato alcaloide da planta em estudo (ARAÚJO, ESPÍRITO SANTO & SANTANA, 2010)

O reino vegetal vem contribuindo com a grande parte das substâncias orgânicas encontradas na natureza devido a grande variedade de metabólitos secundários produzidos (CORRÊA, 2015). Neste caso, é relatada a importância da família solanáceae, devido a grande diversidade de compostos secundários produzidos por elas.

### **2.3. Metabólitos secundários encontrados em *Physalis*.**

Entre os metabólitos secundários encontrados nas solanáceas destacam-se: os alcaloides, sesquiterpenos, diterpenos, flavonoides, esteróides, saponinas, e até mesmo antraquinonas encontradas em menor quantidade (VAZ, 2010).

O gênero *Physalis*, segundo Muniz et al (2014) faz parte da família solanaceae, sendo nelas encontradas vários tipos de esteróides tais como: fisalinas, tafisalinas, ixocarpalactonas, acnistinas, entre outros.

Os autores Ariati et. al. (2012), acrescentam que nas *Physalis* spp. muitos compostos já foram quimicamente isolados e classificados entre os quais pode-se ressaltar os alcaloides, flavonoides, ácidos graxos, carotenoides e esteróis, sendo que dentro do gênero *Physalis* se destacam a presença do esteróide fisalinas. As fisalinas têm sido estudadas principalmente na área farmacológica, estudos de Da Silva et. al. (2015) para determinar a eficácia do extrato de *P. angulata* como tratamento para Leishmaniose, mostraram que fisalinas D, G, A, F, E, H e B obtidas no extrato diminuía a infecção intracelular por amastigostas em 70,6% e modificou a morfologia das promastigotas depois de 72 horas, resultado parecido foi encontrado por Guimarães et. al., (2009).

Fisalinas B e D extraídas de *Physalis angulata* também apresentam atividades antitumorais, quando testadas em sarcoma 180 inoculadas em camundongos e mostram ser citotóxicas em células da linhagem de Leucemia promielocítica (HL-60) (MAGALHÃES, 2005).

Ainda podemos citar os vitanólidos que são representantes do grupo vitaesteróide com ações farmacológicas, encontrados no extrato de *Physalis longifolia* que mostrou citotoxicidade em células de fibroblasto fetal (ZHANG et. al., 2011).

A *Physalis* também se caracteriza por produzir frutas ricas em vitaminas A e C, compostos bioativos considerados funcionais (MUNIZ et al., 2014).

Observa-se ainda, como composto do metabolismo secundário encontrado em *Physalis* spp, os óleos essenciais, substâncias incolores e voláteis que desempenham o papel de defesa da planta, sendo também muito explorados pelas indústrias de cosméticos e farmacêuticas. A quantidade de óleos essenciais nas *Physalis* está associada ao estágio de desenvolvimento no qual a planta se encontra, ao clima e ao horário de coleta (ARIATI et. al. 2012).

As folhas da *Physalis* têm sido alvo de importantes estudos, os quais, ao se analisar os seus extratos, destacam-se atividades biológicas relevantes no que se refere a atuação antifúngica, antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, moluscicida, repelentes de insetos, pois apresentam compostos bioativos como vitanólidos, fenóis e etanólicas (MUNIZ et al., 2014).

Alguns experimentos científicos têm apontado para a presença de aleloquímicos nas folhas das *Physalis*, como os que Ariati et. al. (2012) destacam: os flavonoides, que configuram importância pelas diferentes propriedades terapêuticas que apresentam, sendo muito explorados pela medicina como efeito antimicrobiano, antiviral, antioxidante, anti-inflamatório e entre outros; os alcaloides, que são derivados de aminoácidos como ornitina, lisina, tirosina e triptofano, atuando no sistema nervoso animal, sendo muito

mobilizado como venenos ou alucinógenos, e também no tratamento de câncer; os taninos, que são polifenóis que desempenham função de defesa contra pragas, mas também são utilizados na indústria, na produção de anticorrosivos, floculantes, bebidas e plásticos; saponinas, que também se dedicam à função de proteção contra microrganismos e insetos.

As plantas podem produzir os referidos metabólitos secundários que afetam a germinação e o crescimento de outras e esta interação tem sido definida como alelopatia (INDERJIT et al, 2011). A competição entre Plantas ocorre por determinados recursos como: água, luz e nutrientes . A alelopatia pode atuar como uma estratégia em uma competição ecológica porque se trata de um efeito tóxico de substâncias produzido por outras plantas. Então, através deste mecanismo, uma planta pode interferir no crescimento de outra (ANTONELLI et al. 2016) e assim vencer na competição.

#### **2.4. Alelopatia**

Alelopatia foi um conceito desenvolvido por Hans Molisch, um pesquisador alemão, em 1937. Palavra originária do grego significa *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. No entanto, por volta de 300 antes de Cristo o botânico grego Theophrastus foi, possivelmente, a primeira pessoa a reconhecer as propriedades alelopáticas das plantas relacionando-as com a exaustão do solo para certas culturas (SANTOS et al. 2012).

No Brasil, Coutinho e Hashimoto (1971), foram os primeiros pesquisadores a estudarem os mecanismos da alelopatia, observando o efeito inibitório da germinação de sementes de tomates produzidas por extratos aquosos extraídos das folhas de *Calea cuneifolia* (OLIVEIRA, 2014).

A descrição conceitual do termo alelopatia, discute a influência de um indivíduo sobre o outro, prejudicando ou favorecendo o segundo. As relações alelopáticas podem dar-se numa maneira positiva ou negativa através da produção de compostos químicos conhecidos como aleloquímicos (ULLAH et

al. 2015; ANESE et al. 2015). Adotando concepção semelhante, Oliveira et al (2012), ao discutirem sobre os efeitos alelopáticos de extratos obtidos de diferentes órgãos de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*) sobre a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.), ressaltam, com base em Ferreira; Aquila (2000), que a alelopatia pode ser compreendida como uma atuação que as plantas exercem sobre outros organismos, como plantas, fungos, algas e insetos, podendo ser um mecanismo positivo ou negativo, desencadeada em seus compostos do metabolismo secundário. Muitos processos alelopáticos são afetados simultaneamente, sendo que cada processo pode apresentar uma resposta diferenciada dependendo da concentração ou da atuação isolada ou sinérgica do aleloquímico (SILVA et al., 2015).

As biomoléculas produzidas pelas plantas e expelidas no ambiente, também são chamadas de aleloquímicos, que tem esse efeito tanto na fase aquosa do solo ou substrato, como também por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres (RIVZI, 1992 apud FERREIRA; AQUILA, 2000).

A alelopatia é um mecanismo de interação química entre plantas e, entre plantas e microrganismos, sendo uma das mais complexas áreas de ecologia ou da ecofisiologia, haja vista que:

Alelopatia envolve interação entre estresses abióticos e bióticos, estes através de múltiplos compostos que podem ter relações sinérgicas que potencializam suas ações (EINHELLIG, 1999)

Observando esse processo e as interferências da alelopatia, ocasionadas por determinadas plantas no desenvolvimento de outras, Mano (2006), ao parafrasear Smith (1989), diz que é um mecanismo capaz de alterar o padrão e a densidade, ocorrendo largamente em comunidades de plantas.

Corroborando essas definições sobre alelopatia, Carmo; Borges; Takaki (2007, p. 697), consideram-na

[...] como qualquer processo envolvendo metabólitos secundários produzidos por plantas, microrganismos e fungos que, uma vez liberados no ambiente, influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos naturais ou implantados, seja de forma positiva ou negativa.

Partindo desses pressupostos, a relevância dos estudos dos efeitos alelopáticos são válidos para o desenvolvimento de técnicas agrícolas, pois podem auxiliar na busca por “[...] novos defensivos agrícolas, na compreensão do antagonismo de cultivos consorciados ou sucessivos e diminuir o uso de herbicidas sintéticos, substituindo-os por herbicidas naturais” (BRASS, 2009; OLIVEIRA et. al. 2012).

Atualmente, as indústrias têm investido em novos pesticidas com potencial alelopático, sendo estes mais econômicos, menos tóxicos e mais seletivos, tendo como finalidade o aumento da produção agrícola evitando plantas daninhas nos cultivos (BORGES et al., 2007; BRASS, 2009). Por isso, várias pesquisas na área de alelopatia, têm avaliado o potencial de ação de vários extratos e aleloquímicos, extraídos de plantas, com resultados significativos no controle de plantas daninhas (CÂNDIDO et al., 2013; GRISI et al, 2015).

Segundo Anese (2016), a ação de vários extratos e substâncias tem sido alvo de estudos de alelopatia, que por sua vez, buscam avaliar as potencialidades dos materiais vegetais que são extraídos de plantas daninhas. A capacidade citotóxica de algumas espécies vegetais no que diz respeito ao manejo de plantas daninhas apresenta-se como uma importante alternativa para os sistemas agroecológicos.

## **2.5. Testes Biológicos**

Muitas metodologias podem ser utilizadas na identificação do potencial alelopático, e muitas destas utilizam na obtenção de extratos brutos, diferentes espécies de plantas, empregando diversos solventes, com polaridades distintas, como hexano, éter de petróleo, diclorometano, acetato de etila, etanol e metanol (VIDAL, 2010).

Quando não há conhecimento sobre o potencial alelopático da espécie que se deseja estudar, é importante que se preparem tipos de extratos brutos de polaridade distintas, ambos utilizando extração exaustiva (Silva, 2014). Este método permitirá um resultado mais real do potencial da planta em estudo como fornecedora de aleloquímicos (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

Segundo Da Silva (2009), as plantas receptoras para os bioensaios precisam ter respostas aos testes alelopáticos de modo mais próximo possível da condição real do meio ambiente (DA SILVA, 2009). Ressalta-se ainda que um resultado satisfatório faz-se com o uso de duas ou mais plantas receptoras, pois, permite um melhor dimensionamento do potencial alelopático da planta doadora, bem como uma condição mais adjacente da realidade do ambiente. Ressalta-se ainda que as espécies alvo a serem estudadas, devem preferencialmente, ter germinação rápida, uniforme e com crescimento rápido (PINTO, 2015).

Dentre as diversas plantas receptoras a mais utilizada é a alface (*Lactuca sativa*) (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010). A alface, pertencente ao gênero *Lactuca* e da família Asteraceae com mais de cem espécies (SALA; COSTA, 2012), é uma das plantas mais testadas nos experimentos de análise alelopática, juntamente com o tomate e o rabanete devido à sua sensibilidade em presença dos aleloquímicos (MEDEIROS, 1989).

Atualmente, vários estudos têm sido feito com plantas daninhas, como por exemplo, *Panicum maximum* Jacq. (capim colônia), da família Poaceae, que é uma das daninhas que mais infestam as áreas dos canaviais e de reflorestamento, pois apresenta uma grande capacidade reprodutiva e suas sementes apresentam grande longevidade (DA COSTA, et al., 2002).

Diferentes metodologias são empregadas na identificação do potencial alelopático das plantas, destacam-se duas: a germinação e o crescimento

inicial (Silva, 2014). O teste biológico da atividade alelopática da germinação de sementes utiliza semeadura em placas de Petri, analisando os efeitos sobre a germinação total, como também, o índice de velocidade de germinação. Este teste é realizado em câmeras de germinação, em condições controladas de temperatura e luz, e em tempo variável, de 7 a 10 dias. Em alguns estudos, contam-se as sementes germinadas ao término do tempo de incubação e calculam-se os resultados (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

Nesse processo experimental é observada a influência do extrato na germinação, no índice de velocidade de germinação (IVG) e no crescimento inicial de plantas consideradas sensíveis à atividade alelopática. (LOFFREDO, MONACI & SENESI 2005).

Esses testes biológicos são os mais indicados devido à complexa relação entre planta e ambiente que podem interferir na atividade dos metabólitos secundários (ANESE, et al., 2016). Esses biotestes não revelam o aleloquímico que está atuando e interferindo no crescimento e desenvolvimento da planta alvo, mas é um bom indicativo de possíveis compostos com potencial alelopático (MAIRESSE et al., 2007; LOUSADA et al., 2012).

Vale ressaltar outros fatores devem ser observados nos bioensaios, tais como o substrato usado, a concentração dos substratos, o tamanho da semente-alvo (WEIDENHAMER, HARTNETT & ROMEO, 1989; PINTO, 2015), o potencial osmótico e o pH do extrato avaliado (DAYAN et al., 2009).

Os seres vivos estão expostos a todo o momento à ação de agentes químicos que podem provocar alterações em sua estrutura bioquímica, afetando os seus processos metabólicos a nível celular e molecular, provocando ou não o surgimento de mutações e de aberrações cromossômicas, processos que podem acarretar no aparecimento de processos cancerígenos e morte celular (CARVALHO, 2004; STELATO et al., 2007, FILHO, 2015). A identificação e os estudos do potencial citotóxico e genotóxico dessas substâncias é fundamental

para verificarmos o impacto sobre os seres vivos e para avaliarmos o fator toxicológico dos compostos químicos (IGANCI et al. 2006).

O índice mitótico é um parâmetro importante na avaliação da citotoxicidade de compostos alelopáticos. Quando as substâncias estudadas apresentam resultados significativamente menores que o do controle negativo, pode-se ter um indicativo que estes compostos estejam atuando no processo de crescimento e desenvolvimento do organismo exposto (FERREIRA, 2014). Por outro lado, um IM maior que o controle negativo (água destilada) é resultado de um aumento da divisão celular desordenada e, conseqüentemente, o surgimento de anormalidades no organismo (LEME E MARIN – MORALES, 2009).

Logo, a prospecção fitoquímica torna-se fundamental quando ainda não estão dispostos todos os estudos químicos com espécies de interesse popular, tendo como finalidade conhecer as substâncias químicas das espécies vegetais, identificando grupos de metabólitos secundários relevantes (Simões et al., 2004). Além disso, esta bioprospecção nos permite conhecer o potencial alelopático da planta em estudo, e entendermos o papel ecológico que os aleloquímicos desempenham na dinâmica das plantas nos mais variados tipos de agrossistemas (LUZ et al., 2010).

Por isso, a descoberta de novos aleloquímicos pode servir de base para o desenvolvimento de produtos a serem usados no controle agrícola de plantas concorrentes, pragas ou doenças.

Assim, devido a escassez de informações relacionadas ao potencial alelopático em *Physalis*, e, devido a grande relevância ecológica do assunto tendo em vista a introdução de uma espécie exótica no Brasil, o presente trabalho tem como objetivo geral: avaliar o possível potencial alelopático de diferentes extratos de sementes de *Physalis peruviana* L. sobre a germinação, crescimento inicial em alface (*Lactuca sativa* L.) e capim colônia (*Panicum*



*maximum* Jacq cv. Mombaça) e índice mitótico em raízes de cebola (*Allium cepa* L.).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENAVOLI, M.; CACCO, G.; SORGONÁ, A.; MARABOTTINI, R.; PAOLACCI, A.; CIAFFI, M. e BADIAMI, M. The inhibitory effects of coumarin on the germination of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum, cv. Simeto) seeds. **Journal Chemical Ecological**. 32: 489-506. 2006.

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 26(2):221-236, fev. 1991.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; E OLIVEIRA, F. X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 249-255, 2010.

ANDRADE, L. *Physalis* ou uchuva - Fruta da Colômbia chega ao Brasil. **Revista Rural**, São Paulo, v.38, p.11-12. 2008

ANESE, S.; GUALTIERI, S. C. J.; GRISI, P. U.; JATOBÁ, L. J. AND ARDUIN, M. Phytotoxic potential of *Drimys brasiliensis* Miers for use in weed control. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 37, n. 4, p. 505-516, Oct.-Dec, 2015

ANESE, S.; GRISI, P.U.; IMATOMI, M.; PEREIRA, V.C.; GUALTIERI, S.C.J. Fitotoxicidade de extratos etanólicos de frutos e folhas de *Banisteriopsis oxyclada* (A. Juss.) B. Gates sobre o crescimento de plantas daninhas. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 1-10, 2016.

ANGULO, R. Frutales exóticos de clima frío. Bogotá: **Curso Bayer Cropscience S.A.** p. 24-47. 2003.

ANGULO, R. Uchuva: el cultivo. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá: Colciencias, **Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales**, 78 p. 2005.

ANTONELLI, J.; LINDINO, C. A.; BARICCATTI, R. A.; SOUZA, S. N. M.; NADALETTI W. C. N.; CREMONEZ, P. A. e ROSSI, E. Allelopathic effect of irrigation with different concentrations of leaf extracts of *Jatropha curcas* L. on growth *Brassica oleracea*. **African Journal of Agricultural Research**. Vol. 11(9), pp. 779-782, 3 March, 2016.

AIRES, S. S.; FERREIRA, A. G. e BORGUETI, F. Efeito alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botânica Brasílica**, 19(2):339-344. 2004.

ARAÚJO, E. O.; ESPÍRITO SANTO, C. L. e SANTANA, C. N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**. V.5, n.2,p.109-115, 2010.

ARIATI, A. C.; OLIVEIRA, M. C.; PASSOS, A.. Compostos do metabolismo secundário presentes em *physalis* spp. I. (solanaceae). **SICITE, XVII Seminário de iniciação científica e tecnológica da UTFPR**. Curitiba. Anais do XVII SICITE, 2012. p. 426, 2012.

BAZIRAMAKENGA, R.; LEROUX, G.D. & SIMARD, R.R. Effects of benzoic and cinnamic acids on membrane permeability of soybean roots. **Journal of Chemical Ecology** 21: 271-285. 1995.

Blum, U. & Rebbeck, J. Inhibition and recover of cucumber roots given multiple treatments of ferulic acid in nutrient culture. **Journal of Chemical Ecology** 15: 917-928. 1989.

BORELLA, J.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z., AMARANTE, L. ; MORAES, D. M.; VILLELA, F. A. Respostas na germinação e no crescimento inicial de rabanete sob ação de extrato aquoso de *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel. **Acta Botanica Brasílica** 26(2): 415-420. 2012.

BRASS, F. E. B. Análise de atividade alelopática de extrato aquoso de falsa murta sobre a germinação de picão-preto e caruru. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 8, p. 1-19, 2009.

BUCKINGHAM, J. (ed.) *Dictionary of Natural Products*. Version 9.2 on CD-ROM. Chapman & Hall/ **CRC Press**, London, New York. 2004.

BRAVO, K.; OSORIO, E. Characterization of polyphenol oxidase from Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruit. **Food Chemistry** 197, 185–190. 2016.

CÂNDIDO, A. C. S.; SILVA, C. B.; SIMIONATTO, E.; BIGATON, D.; SCALON, S. P. Q.; PERES, M. T. L. P.. Atividade itotóxica de Croton doctoris S. Moore. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 645-652, 2013.

CARDOSO, R.I.; JÚNIOR, C.V.; ZANELLA, C.A.; SAUSEN, T.L.; MIELNICZKI-PEREIRA, A.; PAROUL, N.; CANSIAN, R. L.; Avaliação do potencial alelopático de extratos de *solanum mauritianum scopoli* (solanaceae) sobre diásporos de *lactuca sativa* l. **Perspectiva, Erechim**. v. 38, n.143, p. 31-38, setembro/2014.

CARMO, Flávia Maria da Silva; BORGES, Eduardo Euclides de Lima e; TAKAKI, Massanori. Alelopátia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botanica Brasileira**. 21(3): 697-705. 2007.

CARRASCO, R. R., ZELADA, C. R. E. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. **Revista de La Sociedad Química del Perú**. v. 74, p. 108-124, 2008.

Castro, A. M.; Rodríguez, L.; Vargas, E. M. Secado de uchuva (*Physalis peruviana* L) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. **Vitae**; 15:226-31. 2008.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática. Piracicaba: **Ed. Agronômica Ceres**, 605p. 2005.

CEASA-ES. 2011. Physalis: conheça mais uma fruta exótica comercializada na CEASA/ES. Disponível em: < <http://www.CEASA.es.gov.br/?p=1926>> Acesso em 2 de fevereiro de 2016.

\_\_\_\_\_. 2015. **Pesquisa de produtos, preços médios convertidos para dólar comercial venda.** < Disponível em: [http://200.198.51.69/detec/cst\\_site\\_dolar\\_consolidado\\_es/cst\\_site\\_dolar\\_consolidado\\_es.php](http://200.198.51.69/detec/cst_site_dolar_consolidado_es/cst_site_dolar_consolidado_es.php)> **Acesso em 04 de janeiro de 2015.**

CHAVES, A. C. **Propagação e avaliação fenológica de *Physalis* sp na região de Pelotas, RS.** 65 p. (Tese de doutorado) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RGS: 2006.

CAPOBIANGO, R. A.; VESTENA, S.; BITTENCOURT, A. H. C.. Allelopathy of *Joanesia princeps* Vell. and *Casearia sylvestris* Sw. on the cultivated species. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 4, p. 924-930, 2009.

CORCORAN, M. R.; GEISSMAN, T. A & PHINNY, B. O., Tannins as gibberellins antagonists. **Plant Physiol**, p.323-330. 1972.

CORRÊA, J. A. M. **Estudo químico de extratos de plantas da família Solanaceae com atividade a fungos fitopatogênicos.** Piracicaba, 2015.

COSTALONGA, Schirley Aparecida. **Avaliação dos efeitos alelopáticos e mutagênicos de formas extrativas de *Passiflora edulis* Sims por meio do bioensaio *Allium cepa*** / Schirley Aparecida Costalonga. – 71p. 2009.

DA COSTA, E. A. D.; MATALLO, M. B.; CARVALHO, J. C.; ROZANSKI, A. Eficácia de nova formulação do herbicida oxyfluorfen no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* morelet var. *hondurensis* barr. et Golf. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 683-689, 2002.

DAMU, A. G.; KUO, P.; SU, C.; KUO, T.; CHEN, T.; BASTOW, K. F.; LEE, K.; WU, T. Isolation, structures, and structure-cytotoxic activity relationships of withanolides and physalins from *Physalis angulata*. **Journal of Natural Products**, p. 61, 2007.

DA SILVA, H. L. **Potencial alelopático da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009. 104 p.

DA SILVA R. R. P.; SILVA, B. J. M.; RODRIGUES, A. P. D.; FARIAS, L. H. S.; SILVA, M. N.; ALVES, D. T. V.; BASTOS, G. N. T.; NASCIMENTO, J. L. M.; AND SILVA, E. O. 1,4,6. In vitro biological action of aqueous extract from roots of *Physalis angulata* against *Leishmania (Leishmania) amazonensis*. **BMC Complementary and Alternative Medicine** 15:249. 2015.

DAYAN, F.; CANTRELL, C.; DUKE, S. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, p. 4022-4034, 2009.

EINHELLIG, F.A..An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. In: INDERJIT; DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L. (eds.), **Principals and Practices in Plant Ecology: Allelochemical Interactions**. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 479- 494. 1999.

ELIO, G. W. M.; SCHIJLEN, C. H.; RICK DE VOS, ARJEN J. VAN TUNEN and ARNAUDG. B. Modification of flavonoid biosynthesis in crop plants. **Phytochemistry** 65. Issue 19. 2631 – 2648. 2004.

FAOSTAT Agricultural data, agricultural production, crop primary. 2011. <http://faostat.fao.org/faostat>. 2013.

FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; RODRIGUES, J. D. & FERRARESE FILHO, O. Carbohydrate and lipid status in soybean roots influenced by ferulic acid up take. **Acta Physiologiae Plantarum** 23: 421-427. 2001.

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

FERREIRA, D.A.T.; MONTEIRO, E.C.; DUARTE, J.A.S.; ROSSI, A.A.B. Citotoxicidade de *Mentha piperita* L. sobre o índice mitótico em *Solanum lycopersicum* L. e potencial no manejo de espontâneas. **Cadernos de Agroecologia**, Bento Gonçalves, RS, v.9, n.3, p. 1-4, 2014.

FERREIRA, N. R.; MEDEIROS R. B. de; SOARES, G. L. G. Potencial alelopático do Capim-Annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na germinação de sementes de gramíneas perenes estivais. **Revista Brasileira de Semente**, Porto Alegre, v. 30, p. 43-50, 2008.

FILHO, R. C. S. **Caracterização físico-química e atividades biológicas das folhas de *Adenocalymma imperatoris-maximiliani* (WAWRA) L.G. LOHMANN (BIGNONEACEAE)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), (AC: Farmácia), Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

FISCHER, G.; ÂNGULO, R. Los frutales de clima frío en Colombia: La uchuva. **Revista Ventana al Campo Andino**, Medellín, Colombia v. 2, n. 1, p. 3-6. 1999.

FISCHER, G. Crecimiento y desarrollo. pp. 9-26. En: Flórez, V.J., G. Fischer y A.D. Sora (e.ds.). **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)**. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 175 p. 2000.

FISCHER, G.; LÜDDERS, P. Efecto de la altitud sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Comalfi**, Bogotá, v. 29, n. 1 p. 1-10, 2002.

FISCHER, G.; MIRANDA, D.; PIEDRAHÍTA, W.; ROMERO, J. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 2005. 222 p.

FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T.E.; BALDIVIA, D. S.; VIEIRA, M. C.; ZARATE, N. A. H. e PEREIRA, Z. V. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 349-354. 2010.

Franco, S. 2000. Cosecha de *Physalis*. **Informe impreso**. Cajamarca, Perú.

FRANCO, L. A.; MATIZ, G. E.; CALLE, J.; PINZÓN, R.; OSPINA, L. F. **Actividad antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L.** *Biomédica*, v. 27, p. 110-115, 2007.

FROTA, M. C. Novidade no pomar. **Revista Globo Rural**, Ed. 281, 2009.

GARTNER, M. M. **Plan de negocio para la creación de una empresa productora de uchuva tipo exportación**. 30 p. Monografía (Graduação em Administração de Empresas Agropecuarias). Corporación Universitaria Lasallista - Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Caldas, Antioquia, Colombia, 2012.

GRISI, P. U.; FORIM, M. R.; COSTA, E. S.; ANESE, S.; FRANCO, M. F.; EBERLIN, M. N.; GUALTIERIS, S. C. J. Phytotoxicity and identification of secondary metabolites of *Sapindus saponaria* L. leaf extract. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 39, n. 2, p. 339-349, 2015.

GUIMARÃES E. T.; MILENA S. LIMA<sup>1</sup>, LUANA A. SANTOS<sup>1</sup>, IVONE M. RIBEIRO<sup>2</sup>, THEREZINHA B. C. TOMASSINI<sup>2</sup>, RICARDO RIBEIRO DOS SANTOS<sup>1,3</sup>, WASHINGTON L. C. DOS SANTOS<sup>1</sup> AND MILENA B. P. SOARES<sup>1,3\*</sup> Activity of physalins purified from *Physalis angulata* in in vitro and in vivo models of cutaneous leishmaniasis. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy** 64, 84–87. 2009.



HASSANIEN, M. F. R. *Physalis Peruviana*: a rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals (review), **Food Reviews International**. 27 (2011) 259–273. 2011.

HUNZIKER, A. T. The genera of Solanaceae. Ruggell, A.R.G. **Gantner Verlag K.G.** 2001.

IGANCI, J. R. V. *et al.* Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arquivos do Instituto Biológico**, 73: 79-82. 2006,

INDERJIT, W. D. A.; KARBAN R; CALLAWAY R. M. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. **Trends in Ecology and Evolution** 26: 655-662. 2011.

KUHN, P. R.; KULCZYNSKI, A. M.; , BELLÉ, C.; , FELIPE KOCH, F. e WERNER, C. J. Produção de mudas de fisális (*Physalis peruviana*) provenientes de sementes de frutos verdes e maduros submetidas a diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1378 – 1385, 2012.

LAGOS, T. C. **Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis en parentales de uvilla o uchuva *Physalis peruviana* L.** 129 f. Tese (Doutorado) - Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 2006.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. *Allium cepa* Test in environmental monitoring: a review on its application. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 682, p. 71-81, 2009.

LIMA, C. S. M.; SEVERO, J.; MANICA-BERTO, R. ; SILVA, J. A.; RUFATO, L.; RUFATO, A. R. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, Dezembro 2009.

LIMA, C. S. M.; GALARÇA, S. P.; BETEMPS, D. L.; RUFATO, A. R.; RUFATO, L. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p. 1004-1012. 2012.

LOFFREDO, E.; MONACI, L.; SENESI, N. Humic substances can modulate the allelopathic potential of caffeic, ferulic, and salicylic acids for seedlings of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 30;53(24):9424-30. 2005.

LORENZI, H; MATOS, F.J.A. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa , SP: **Instituto Plantarum**. p.455. 2008.

LOUSADA, L. L.; LEMOS, G. C. S.; FREITAS, S. P.; DAHER, R. F.; ESTEVES, B. S. Bioatividade de extratos hidroalcoólicos de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. Sobre picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 282-286, 2012.

LUZ, S. M.; SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILLOHN, G. M. S. P.; VILHENA, K. S. S. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do pH. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2010.

MACHIDA-HIRANO, R. Diversity of potato genetic resources. **Breeding Science** 65: 26–40. 2015.

MACIAS, F. A.; SIMONET, A M. e GALINDO, J. C.G. Bioactive steroids and triterpenes from *Melilotus messanensis* and their allelopathic potential. **Journal of Chemical Ecology**, v. 23, n. 7, p. 1781- 1997.

MAGALHÃES, H. e FERREIRA. I. **Atividade antitumoral (in vitro e in vivo) das fisalinas isoladas de *Physalis angulata* L.** 118p. 2005.

MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E. C.; FARIAS, J. R.; FIORIN, R. A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.2, 2007.

MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* s.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**. Universidade Federal do Ceará, Dissertação, 102f. 2006.

MAZORRA, M. F.; QUINTANA, A. P.; MIRANDA, D.; FISCHER, G.; VALENCIA, M. C. Aspectos anatómicos de la formación y crecimiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* (Solanaceae). **Acta Biológica Colombiana**, Vol. 11 n.1, 69 - 8. 2006.

MEDEIROS, A. R. M., **Determinação de Potencialidades Alelopáticas em Agroecossistemas**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1989.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DE COLOMBIA. **Sistema de inteligência de mercados**: información de monitoreo internacional, 2006.

MIRANDA, D. **Informes de visita de asesoría técnica a fincas produtoras de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la Sabana de Bogotá y Antioquia**. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, 2004. 35 p.

MORELAND DE e NOVITZKY WP. Interference by flavone and flavonols with chloroplast-mediated electron transport and phosphorylation. **Phytochemistry**, v.27, p.3359- 3366. 1988.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L. Como produzir *Physalis peruviana* L. Toda Fruta Notícias. Disponível em: [http:// www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=21961](http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=21961) . 2010. Acesso em: 16 out. 2015.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; GATIBONI.; Principais pesquisas realizadas com o cultivo de *Physalis* no sul do Brasil. Lages: **CAV/UEDESC**, 2012. Disponível em: <fruticultura.cav.udesc.br/wp-content/uploads/2012/04/janaina\_muniz\_et\_al.pdf> acesso em : 19 jan. 2016.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; RUFATO, A. R.; MACEDO, T. A. General aspects of *Physalis* cultivation. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online. 2014.

MURRAY, R. H. D.; MENDEZ, J.; BROWN, S. A. **The Natural Coumarins: occurrence, chem. and bioch.** Chichester: Wiley, 702 p. 1982.

MUSCOLO, A.; PANUCCIO, M. R.; SIDARI, M. The ascorbate system during the early stage of germination in *Pinus laricio* seeds treated with extracts from two different sources of humus. **Seed Science and Technology**. v.29, n.1, p. 275-279. 2001.

NOVOA, R.M. et al. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenada. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.

OBRECHT, A. S. **Estudio fenológico de uvilla (*Physalis peruviana* L.)**. 71 p. (Tese de doctorado) - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, 1993.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREIRA, K. C. L.; MULLER, J. A. I. e MATIAS, R. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**. 32: 41-47. 2014.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. Porto. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1397-1403, ago, 2012.

OLIVEIRA, S.C.C.; GUALTIERI, S.C.J.; DOMINGUEZ, F.A.M.; MOLINILLOS, J.M.G.; MONTOYA, R.V.; 2012. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta Botanica Brasilica**, 26(3): 607-618. 2012.

PALOMINO, C. E. M. **Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L. Del banco de germoplasma de La Universidad Nacional de Colômbia Sede Palmira.** 70p. Dissertação (Mestrado em genética y Mejoramiento de Plantas) – Universidad Nacional de Colômbia, Bogotá, 2010.

PAIVA, R. F. Relação entre susceptibilidade a pragas e doenças e estado nutricional das plantas. **Sustentabilidade e Inovação no Campo**, Uberlândia, MG. 2013, 234 p.

PASZKOWSKI, W. L. e KREMER, R. J. Biological activity and tentative identification of flavonoid components in velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.) seed coats. **Journal of Chemical Ecology** 14:1573-1582. 1988.

PELLERANO, J. Gastronomia molecular: Desconstruindo vinte anos de uma tendência. **Revista Rosa dos Ventos**. 5(2) 293-300, abril-jun., 2013.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.

PETRI, J. L. Fatores edafoclimáticos. In: EPAGRI. **A Cultura da Macieira**. Florianópolis, SC: EPAGRI. p. 105-112. 2006.

PINTO, G.F.S.; **Fitotoxicidade e análise fitoquímica a partir de folhas de cinco espécies do Cerrado.** 2015. 66p. Dissertação (Mestrado em Biociências), (AC: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica) Universidade Estadual Paulista, Assis, São Paulo, 2015.

RAMADAN, M. F. e MOERSEL, J. T. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging

activity of goldenberry (*Physalis Peruviana* L.) juice, **Journal of the Science of Food and Agriculture** 87 (2007) 452–460. J.T.

RAMADAN, M. F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, 44, 1830–1836. 2011.

Rangel, E. S. e Nascimento, M. T. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. **Acta Botanica Brasilica** 25(3): 657-663. 2011.

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

RIZVI, S. G. H. & RIZVI, V. **Allelopathy**: basic and applied aspects, London: Chapman and Hall, 1992.

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E.; CATANEO, C. GONZAGA, L. V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v.19, n.3, p. 271-276. 2008.

ROMERO-ROMERO T.; SANCHEZ-NIETO S.; SANJUAN-BADILLO A.; ANAYA A. L.; CRUZ-ORTEGA R. Comparative effects of allelochemical and water stress in roots of *Lycopersicon esculentum* Mill (Solanaceae). **Plant Science**. 168 1059–1066. 2005.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages, SC: CAV/UEDESC; Pelotas, RGS: Universidade Federal de Pelotas, 100 p. 2008.

RUFATO, A. R.; RUFATO L.; LIMA, C. S. M.; MUNIZ, J.; A Cultura Da *Physalis*. **Série Fruticultura – Pequenas Frutas**, CNPUV. 2013.

SANG-NGERN, M.; YOUN, U. J.; PARQUE, E. J.; KONDRATYUK, T.P.; MIKLOSSY, G.; WALLA, M. M.; SIMMONS, C. J.; TURKSON, J.; PEZZUTO, J. M. E. CHANG, L. C. Anticancer potential of withanolides and its derivatives from *Physalis peruviana* (POHA). **Planta Medica**; 81 - PX81, DOI: 10.1055 / s-0035-1556525. 2015.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012.

SANTOS, R. I. dos.. Metabolismo Básico e Origem dos Metabólitos Secundários. *In*: Simões, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

SANTOS, I. L. V. L.; SILVA, C. R. C.; DOS SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. SORGOLEONE: BENZOQUINONA LIPÍDICA DE SORGO COM EFEITOS ALELOPÁTICOS NA AGRICULTURA COMO HERBICIDA. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.1, p.135-144, jan./mar., 2012

SILVA, I. C.; SILVA, V. M.; SILVA, O. B. J. e FERREIRA, V. M. Germinação de sementes de Corda de viola (*Ipomoea purpurea* L.) submetidas ao extrato aquoso de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 2 de 2015.

SILVA, J.; FORTES, A. M. T.; GOMES, F. M.; PINTO, T. T.; BONAMIGO, T.; BOIAGO, N. P. Alelopatia de *Camelina sativa* Boiss. (Brassicaceae) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa* (L.) e *Glycine max* (L.) Merr. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 17-24, 2011.

SILVA, M. G. F. **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DE RAÍZES DE CAPIM ANNONI-2 (*Eragrostis plana* Nees) E ESTUDO FITOQUÍMICO**. 2014. 94 p.

SILVA, M. L. C.; ; COSTA, R. S.; ; SANTANA, A. S. e KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. **planta daninha**, V. 28, N. 3, P. 689-697, 2010.

OLIVEIRA, A.K.; **Atividade de extratos de espécies arbóreas da caatinga sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi, melão e milho.** 111p. Tese (Doutorado em Agronomia), (AC: Fitotecnia) Universidade Federal do Semi - Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2014.

STEHMANN, J. R.; MENTZ, L. A.; AGRA, M. F.; VIGNOLI-SILVA, M.; GIACOMIN, L.; RODRIGUES, I. M. C. **Solanaceae.** In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

STELATO, M. N. et al. Avaliação do potencial mutagênico de resíduos processados da farinha de mandioca (*Manihote sculenta*) em ratos Wistar. **Arquivos do Mudi.** Maringá, v.11, supl. 1, n.11, 2007.

SOARES, E. L. de Carvalho; VENDRUSCOLO, G. S; VIGNOLI-SILVA, M; THODE, V. A; da Silva, J. G; MENTZ, L. A. O gênero *Physalis* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica**, n. 60:323-340 São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 2009.

SOUZA, F. M. D. **Efeitos do regime hídrico e da adubação foliar com silício em plantas de fisális.** **Dissertação.** 2015. Universidade Federal do Espírito Santo.

TAPIA, M. E. Y A. M. Fries. **Guía de campo de los cultivos andinos.** Lima, Perú, 2007. FAO. Roma. ANPE. Lima, 2007.

TAIZ, L. e ZEIGER E. **Fisiologia Vegetal**, 5ª Edição, Artmed. Porto Alegre. 2013.

ULLAH, N.; UL HAQ, I.; SAFDAR, N.; e MIRZA, B. Physiological and biochemical mechanisms of allelopathy mediated by the allelochemical extracts of *Phytolacca latbenia* (Moq.) H. Wal. **Toxicology and Industrial Health.** Vol. 31(10) 931–937. 2015.



USDA, NRCS. **The plants database**. Greensboro:National Plant Data Team, (2012). NC 27401-4901 USA. Disponível em: <[http:// plants.usda.gov](http://plants.usda.gov)>. Acesso em: 10 fev. 2016.

VALDEZ, L. M.; SANTOS, B. T.; OLIVET, E. S.; PAREDES, L. E. P.; HERNÁNDEZ, Y. B.; GONZÁLEZ, A. O. E GONZÁLEZ, G. S. Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo). **Revista Cubana de Plantas Medicinales** 20(1):106-116. 2015.

VAUGHAN, D.; ORD, B. Influence of phenolic acids on morphological changes in roots of *Pisum sativum*. **Journal of Science Food and Agricultural** 25: 289-99. 1990.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816-823, 2008.

VAZ, N. P. **Constituintes Químicos de *Solanum caavurana* Vell.: Isolamento, Mapeamento Fitoquímico por IES-EM/EM e sua aplicação no tratamento da Hanseníase**. Universidade federal do paraná. Curitiba – Paraná, Julho 2010.

VIDAL, R. A. **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição**. UFRGS. Porto Alegre, 132 p. 2010.

Yıldız Gökçen & Nazmi İzli & Halil Ünal & Vildan Uylaşer. Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.) **Journal of Food Science and Technology**. 52(4):2320–2327. 2015.

WEBSTER J. et al. Induction of Acclimative Proteolysis of the Light-Harvesting Chlorophyll a/b Protein of Photosystem II in Response to Elevated Light Intensities. **Plant Physiology**., v.118. p.827-834. 1988.

WEIDENHAMER J. D., HARTNETT D. C., ROMEO J.T. Density –Dependent phytotoxicity, distinguishing source competition and allelopathic interference in plants. **Journal of Applied Ecology**, 26:613-624. 1989.

WINA, E.; MUETZEL, S. e BECKER, K. The Impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant productions: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v.53, n.21, p.8093-8105. 2005.

WOJCIESZEK, J. E RUZIK, L. Operationally defined species characterization and bioaccessibility evaluation of cobalt, copper and selenium in Cape gooseberry (*Physalis Peruviana* L.) by SEC-ICP MS. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology** 34, 15–21. 2016.

WU, S-J. et al. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin** v. 28, n. 6, p. 963-966. 2005.

ZHANG, H.; SAMADI, A. K.; GALLAGHER, R. G.; ARAYA, J. J.; TONG, X.; DAY, V. W.; COHEN, M. S.; KINDSCHER, K. GOLLAPUDI, R. E BARBARA N. TIMMERMANN, B. N. Cytotoxic Withanolide Constituents of *Physalis longifolia*. **Journal of Natural Products**. 74, 2532–2544. 2011.

**ARTIGO:**

**Potencial alelopático de extratos de sementes de *Physalis peruviana* L.  
(Solanaceae)**

**Apresentado nas normas da Revista:**



**(ANEXO I)**

Potencial alelopático de extratos de sementes de *Physalis peruviana* L.  
(Solanaceae)

**Anderson Mariquito<sup>1</sup>, Almir Andreão<sup>2</sup>, Viviana Borges Corte<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo

<sup>2</sup> Coordenadoria de Química, Instituto Federal do Espírito Santo

Palavras-chave: metabólitos secundários, controle biológico, plantas invasoras, *Physalis peruviana*.

Potencial alelopático de semente de *Physalis*.

Ciências Agrárias I.

Correspondência para: Anderson Mariquito

Email: andersonmariquito@hotmail.com

## **Resumo**

*Physalis peruviana* tem atraído o interesse de agricultores brasileiros devido o alto valor de mercado dos frutos. No entanto a inserção dessa planta exótica não foi acompanhada de estudos sobre seu potencial alelopático. Dessa forma, devido às questões ecológicas e econômicas relevantes, o objetivo da pesquisa foi verificar o potencial alelopático dessa planta, determinando as classes químicas presentes nos extratos. Foram analisados, os extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de *Physalis peruviana* nas concentrações de 0, 200, 400 e 800mg/L sobre a alface (*Lactuca sativa* L.) e o capim colônia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania), avaliando os seguintes parâmetros: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da radícula, comprimento da parte aérea, índice mitótico, além da fitoquímica preliminar. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas pelo teste Scott Knott a nível de 5% de probabilidade. Apenas o extrato metanólico nas

concentrações 400 e 800mg/L afetaram a germinação da alface, ao passo que todos os extratos e concentrações testadas reduziram significativamente a germinação do capim coloniã. O IVG foi reduzido em ambas às plantas apenas nos extratos acetato de etila e hexânico. O extrato metanólico, o único no qual se observa cumarinas e saponinas, teve efeito significativo sobre o índice mitótico. Tais resultados indicam significativo efeito alelopático dos extratos de sementes de fisális sobre o capim coloniã, o que pode representar um promissor uso futuro na agricultura sustentável.

**Palavra-chave:** metabólitos secundários, controle biológico, plantas invasoras, espécie exótica.

## INTRODUÇÃO

*Physalis peruviana* L. (Solanaceae), aqui conhecida por fisális, é uma espécie frutífera exótica de grande valor nutricional e econômico que está sendo incorporada no quadro de pequenas frutas no Brasil (Andrade 2008; Muniz et al. 2014) e há pouco conquistou o mercado do Espírito Santo (Ceasa-ES, 2011). O fruto é apreciado como ingrediente para a gastronomia tradicional e molecular (Pellerano, 2013), além de ser usado na medicina popular como anticancerígeno, antibacteriano, antipirético, imunomodulatório e para o tratamento de doenças como malária, asma, hepatite, dermatite e reumatismo (Wu et. al. 2005; Lorenzi & Matos, 2008; Rockenbach, 2008, Sang-Ngern et. al. 2015). O fruto é uma excelente fonte de vitamina B12, minerais, ácidos graxos essenciais e carotenoides (Wojcieszek e Ruzik 2016), tocoferóis, vitaminas A e C (Ramadan 2007; Ramadan 2011), além de um excepcionalmente elevado teor de proteínas para um fruto (Hassanien et al. 2011).

Todavia, essa introdução não foi acompanhada de estudos acerca de suas propriedades alelopáticas e seu potencial de impacto ambiental. Apesar de muitos autores relatarem um possível efeito alelopático para os indivíduos da família Solanaceae (Aires et. al., 2004; Romero-Romero et al., 2005; Oliveira et al., 2012; Cardoso et. al., 2014), os estudos ainda são insuficientes, e para sementes de *Physalis peruviana* nenhuma informação foi encontrada. Além da escassez de estudos, soma-se a isso, a grande relevância ambiental referente aos possíveis impactos causados pela inserção de espécies exóticas

em ecossistemas naturais brasileiros. Além disso, estudos sobre aleloquímicos e a identificação das plantas que apresentem princípios ativos alelopáticos, é assunto de grande relevância, tanto para o possível desenvolvimento de insumos naturais capazes de inibir o aparecimento de ervas daninhas, como na tentativa de diminuir o uso de herbicidas comerciais.

Assim, o presente estudo visa determinar ou não a existência de atividade alelopática em extratos de sementes de *Physalis peruviana* na germinação e crescimento inicial da alface (*Lactuca sativa* L.), e do capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq cv. Mombaça) e o Índice mitótico em cebola (*Allium cepa* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido no LASEF - Laboratório de Sementes e Ecofisiologia de Espécies Florestais, do Departamento de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES; Nos Laboratórios de Química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Campus Aracruz, ES; No Laboratório de Genética Vegetal e toxicológica (UFES), No Laboratório de Química e produtos Naturais (UFES) e do Laboratório do Núcleo de Pesquisas em Sementes do Instituto de Botânica de São Paulo.

### MATERIAL BOTÂNICO

Foram utilizadas sementes de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), de alface americana (*Lactuca sativa* L.), cultivar grandes lagos 659; lote 0014001230004010; safra 2012/2012. e de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq cv. Mombanca) lote 1/2013, safra 2012/2013 adquiridas comercialmente. As sementes foram germinadas e mantidas em casa de vegetação com irrigação diária por 90 dias.

### PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

As sementes foram previamente desidratadas em estufa a 40°C, por 24 horas, e trituradas, em almofariz, por 5 minutos. Posteriormente, 500mg das sementes trituradas foram colocadas separadamente em três frascos, contendo 25 mL de hexano, acetato de etila ou metanol, para maceração por 7 dias. Foram obtidos três extratos com finalidade extrair classes químicas diferentes (Simões et al. 2002).

Os extratos obtidos foram filtrados em papel filtro, e o solvente evaporado em repouso no exaustor, por 24 horas. Os três diferentes extratos obtidos, após a evaporação, foram utilizados para preparação das soluções de 800 mg/L, 400 mg/L e 200 mg/L. Estas concentrações foram usadas tomando-se como base os trabalhos de Marsni et al. (2011) com *Helianthus annuus* L. (Asteraceae) e Oliveira et al. (2012) com *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae), ajustados para viabilizar os ensaios.

## BIOENSAIO DE GERMINAÇÃO

Para o bioensaio de germinação foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa*) e capim colômbio (*Panicum maximum*) distribuídas em placas de Petri com 7cm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel filtro umedecidas com 3mL dos extratos metanólico, acetato de etila e hexânico nas concentrações de 200mg/L, 400mg/L e 800mg/l, e água destilada (controle).

Foram distribuídas 20 sementes por placa, com 5 repetições (totalizando 100 sementes por tratamento), as quais foram mantidas em estufa climatizada (tipo BOD) à 20°C para alface e 25°C para o capim colômbio e luz constante (BRASIL, 2009). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentarem radícula com no mínimo 50% do tamanho da semente (Ferreira e Áquila, 2000).

Os parâmetros analisados foram: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, crescimento inicial.

## PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO

A porcentagem de germinação (G) foi calculada com o uso da seguinte fórmula:

$$G = (N/A) \times 100$$

Sendo: N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar (Labouriau; Valadares, 1976).

#### ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO - IVG

A avaliação da germinação foi realizada diariamente e o IVG calculado pelo número de sementes germinadas pelo tempo do experimento (Maguire, 1962; Krzyzanowski et al, 1999) conforme a seguinte fórmula:

$$IVG = \left(\frac{G1}{N1}\right) + \left(\frac{G2}{N2}\right) + \left(\frac{Gn}{Nn}\right)$$

Onde: G1 = número de sementes germinadas na primeira contagem; N1 = número de dias decorridos até a primeira contagem; G2 = número de sementes germinadas na segunda contagem; N2 = número de dias decorridos até a segunda contagem; Gn = número de sementes germinadas na última contagem e Nn = número de dias decorridos até a última contagem.

#### ANÁLISE DO CRESCIMENTO INICIAL

A análise do crescimento inicial foi feita para avaliar se as plântulas germinadas tiveram crescimento inicial normal, se comparadas com o controle, baseado no princípio de que amostras com maior porcentagem de plântulas com crescimento normal, são mais vigorosas. O comprimento da radícula e parte aérea foram avaliados após sete dias de incubação, tomando-se a medida do ápice meristemático da raiz principal até a região do coleto, e os resultados médios expressos em centímetros por plântula (Alves et al. 2004).

#### DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL OSMÓTICO

A determinação do potencial osmótico foi realizada para verificação da influência deste parâmetro dos extratos analisados sobre a germinação e crescimento inicial das plântulas. Esta determinação foi realizada de acordo com Villela et al. (1991). Os tratamentos foram simulados por soluções



osmóticas obtidas com a utilização de Polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), nas quantidades indicadas para estabelecer os potenciais osmóticos de -0,003 a -0,01 Mpa, de modo a equivaler os potenciais osmóticos das soluções utilizadas, onde o extrato a 200mg/L equivale a -0,19MPa; 400 mg/L igual a -0,22MPa e 800 mg/L igual a -0,32 MPa. As sementes da alface e do capim colômbio foram submetidas às soluções de PEG 6000 e comparados com os valores encontrados no controle (0 Mpa).

#### AVALIAÇÃO DO ÍNDICE MITÓTICO SOBRE O SISTEMA - TESTE *Allium cepa*

Para avaliar o índice mitótico dos extratos de semente de *Physalis peruviana*, foi utilizado como modelo o *Allium cepa*. Para tanto, as sementes de *Allium cepa* foram tratadas com três concentrações (200 mg/L, 400mg/L e 800mg/L) de cada extrato (hexano, acetato de etila e metanólico) e com água destilada (controle negativo), perfazendo um total de dez tratamentos. As sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri de 7cm, contendo 25 sementes cobertas com papel alumínio, e mantidas em BOD a 28°C durante a condução do experimento. Após a germinação, 5 raízes de cada placa foram coletadas e fixadas em Carnoy, sendo armazenadas na geladeira após um período de pelo menos 24h. As raízes foram hidrolisadas em ácido clorídrico (HCl) 1N a 60°C, durante 5 minutos, e posteriormente lavadas com água destilada e coradas. Logo após, utilizou-se o reativo de Schiff por 2 horas em local escuro, para a reação de Feulgen. Após esse procedimento, as raízes foram esmagadas, levemente, em uma gota de orceína acética 2%; as lâminas foram descoladas com nitrogênio líquido e secas à temperatura ambiente. Depois disso, as lâminas foram fixadas com Entellan, tornando-as permanentes.

Foram usadas cinco lâminas de cada tratamento, sendo contadas 1000 células em cada lâmina através de análise em microscópio óptico, com objetiva de aumento 40X; o total de células analisadas, por tratamento, foi de 5000.

Calculou-se o índice mitótico através da seguinte fórmula:

$$IM = \frac{\text{Número de células em divisão}}{\text{Número total de células observadas}} \times 100$$

## IDENTIFICAÇÃO QUALITATIVA DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Foi realizada análise fitoquímica, segundo Costa (1982), para a detecção de polifenóis, taninos, alcaloides, flavonoides, triterpenos e/ou esteroides, cumarinas, antroquinonas e saponinas.

Foram identificados as classes químicas usando reativos específicos para detecção de cada metabólito como listados a seguir:

1. Polifenóis: para detecção dos possíveis polifenóis foi realizada a reação com solução de Cloreto férrico a 10%. Foi diluída uma alíquota dos 3 extratos secos separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico) em 10 mL de água destilada e acrescentaram-se gotas de cloreto férrico 10%. A precipitação indica presença de polifenóis.

2. Taninos: para detecção de possíveis taninos foi realizada a reação com solução de Cloreto férrico a 10%. Uma alíquota dos 3 extratos secos separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico) foi solubilizada em 5mL de água destilada e acrescentaram-se gotas de cloreto férrico 10%. Coloração azul, violeta ou verde indica possível presença de taninos.

3. Alcaloides: para detecção de possíveis alcaloides foi utilizada uma alíquota dos 3 extratos secos separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico) que foi diluído com etanol, logo após foi adicionado HCl e gotas do reagente de Dragendorff, que em presença de alcaloide evidencia uma leve turbidez ou precipitado laranja.

4. Flavonoides: para extração de possíveis flavonoides foi feita a reação de cianidina e reação de  $AlCl_3$ .

### 4.1 Reação de cianidina

Foram utilizadas os 3 extratos secos, separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico) que foram diluídas com etanol e, em seguida colocaram-se 2,5

mL de cada uma dessas soluções em um tubo de ensaio, sendo obtida a seguinte condição, em cada um dos tubos: Alíquota do extrato + 1 mL de HCl + fragmentos de zinco, onde a presença de flavonoide foi evidenciada pelas cores laranja, vermelho e violeta.

#### 4.2. Reação de $AlCl_3$

Foi utilizada os 3 extratos secos, separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico), a qual foi diluída com etanol e, em seguida colocou-se uma alíquota desta solução em um grau de porcelana, sendo obtida a seguinte condição, em cada um dos tubos: Alíquota do extrato +  $AlCl_3$  + aquecimento (até secar completamente), e posterior observação da fluorescência sob luz U.V., onde a presença de flavonoide é evidenciada pela fluorescência.

5. Triterpenos e/ou esteroides: para extração dos possíveis triterpenos e/ou esteroides foi utilizada uma alíquota de cada um dos 3 extratos secos, separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico), que foi diluída com 10 mL de etanol, logo após foram adicionados 2 mL de anidrido acético, o tubo foi agitado suavemente e, por último, foram adicionadas gotas de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado. A presença de azul-esverdeado indica presença de esteroides, e a cor variando de castanha a vermelho foi indicativo da presença de triterpenos.

6. Cumarinas: para extração dos possíveis cumarinas colocou-se uma gota de cada um dos 3 extratos, separadamente, em uma tira de papel filtro, após a gota secar forma-se uma mancha, observada pela fluorescência sob luz U.V. Aplicou-se uma gota de hidróxido de potássio (KOH) a 10% na mancha observada anteriormente e, novamente, o material foi observado em luz U.V. A fluorescência amarela ou azul sob luz UV foi indicativo a presença de cumarinas.

7. Antraquinonas: para extração dos possíveis antraquinonas diluiu-se uma alíquota dos 3 diferentes extratos secos, separadamente, em 3 mL de clorofórmio. Retirou-se parte destas amostras, colocando em tubo de ensaio e

adicionaram-se 2 mL de hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Se houvesse formação de um anel vermelho na parte superior indicaria a presença de antraquinonas.

8. Saponinas: para a extração de possíveis saponinas uma alíquota dos 3 extratos secos separadamente (hexano, acetato de etila e metanólico) foi diluída adicionando-se gotas de solução de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) até obtenção de  $\text{pH}=12$ .

Após atingir o  $\text{pH}=12$  a mistura foi aquecida até a ebulição. Após o resfriamento colocaram-se 2 mL de cada amostra em tubos de ensaio e verteu-se o restante para uma proveta de 100mL, completando seu volume com água destilada. A proveta fechada foi agitada energicamente, por 3 minutos. Após repouso, observou-se se houve o aparecimento de espuma persistente com mais ou menos 1cm de altura. Havendo a formação de espumas confirmou-se a presença de saponinas.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 3 \times 4$ , constituídos de: 2 tipos de plantas (Alface e capim colonião), 3 tipos de extratores (hexânico, acetato de etila e metanólico), e com 4 concentrações (0mg/L – controle, 200 mg/L, 400 mg/L e 800 mg/L).

Para cada tratamento foram realizadas cinco repetições com 20 sementes cada, no bioensaio de germinação e de crescimento, totalizando 100 sementes de alface e 100 de capim colonião por tratamento em cada bioensaio. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas pelo teste Scott Knott, para o nível de 5% de probabilidade.

Para o índice mitótico os experimentos foram feitos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). A análise estatística foi feita pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa Assistat 7.7.

## RESULTADOS

### SCREENING FITOQUÍMICO DE SEMENTES DE *Physalis peruviana*

As análises fitoquímicas dos extratos metanólico, de acetato de etila e hexânico das sementes de *P. peruviana*, mostraram a presença de flavonoides nos três extratos (Tabela 1).

Os triterpenos foram encontrados nos extratos metanólico e de acetato de etila. Os polifenóis foram encontrados apenas no extrato de acetato de etila e as cumarinas e saponinas foram encontradas apenas no extrato metanólico.

Tabela 1 - Resultados dos testes de detecção das classes químicas presentes nos extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de *Physalis peruviana*.

<b>Classe de Metabólitos Secundários</b>	<b>Extrato Hexânico</b>	<b>Extrato Acetato de Etila</b>	<b>Extrato Metanólico</b>
Polifenóis	-	+	-
Taninos	-	-	-
Alcaloide	-	-	-
Flavonoides	+	+	+
Esteroides/Triterpenos	-/-	-/+	-/+
Cumarina	-	-	+
Antraquinonas	-	-	-
Saponinas	-	-	+

### PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO

O extrato metanólico de sementes de *Physalis peruviana* reduziu a germinação do capim colonião em menor concentração (200mg/L) do que a

necessária para reduzir a germinação da alface (400mg/L). Entretanto, a maior dose (800 mg/L) inibiu completamente a germinação da alface (Tabela 2).

Os extratos acetato de etila e hexânico, em todas as concentrações analisadas apresentaram forte inibição da germinação das sementes de capim colonião, ao mesmo tempo em que em nada afetaram a germinação das sementes da alface (Tabela 2).

O extrato metanólico reduziu a porcentagem de germinação das sementes da alface a partir de 400mg/L em relação aos extratos de acetato de etila e hexânico. Não houve diferença significativa entre os diferentes extratos e diferentes concentrações para o capim colonião. Não houve diferença entre os extratos de acetato de etila e hexano e suas concentrações para a germinação das sementes de alface e capim colonião, independente da concentração utilizada.

Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e capim colonião (*Panicum maximum*) submetidas a diferentes concentrações dos extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de fisális (*Physalis peruviana*).

Porcentagem de Germinação (%)				
Planta	Concentração	Extratores		
		Hexano	Acetato	Metanol
Alface	0 mg/L	93 aA	93 aA	93 aA
	200 mg/L	93 aA	81 aA	92 aA
	400 mg/L	89 aA	87 aA	43 bB
	800 mg/L	88 aA	89 aA	00 cB
Capim Colonião	0 mg/L	87 aA	87 aA	87 aA
	200 mg/L	46 bA	48 bA	55 bA
	400 mg/L	47 bA	42 bA	50 bA
	800 mg/L	49 bA	46 bA	47 bA

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna e as maiúsculas na linha.

## ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

O extrato metanólico de semente de *P. peruviana* diminuiu o índice de velocidade de germinação (IVG) da alface a partir de 200 mg/L e zerou a 800 mg/L.

Houve redução no IVG das sementes de capim colônião submetidas a todos os extratos de *P. peruviana* testados. Todavia, apenas o extrato metanólico foi capaz de reduzir a velocidade de germinação das sementes da alface, tendo os extratos acetato de etila e hexânico inclusive promovido melhoria do IVG nas concentrações de 200mg/L e 400mg/L (Tabela 3).

Tabela 3 – Índice de velocidade de Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e capim colônião (*Panicum maximum*) submetidas a diferentes concentrações dos extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de fisalis (*Physalis peruviana*).

Índice de Velocidade de Germinação				
Planta	Concentração	Extratores		
		Hexano	Acetato	Metanol
Alface	0 mg/L	0,74 bA	0,74 bA	0,74 aA
	200 mg/L	0,88 aA	0,81 aB	0,60 bC
	400 mg/L	0,84 aA	0,79 aA	0,53 cB
	800 mg/L	0,68 bA	0,69 bA	0,00 fB
Capim Colônião	0 mg/L	0,41 cA	0,41 cA	0,41 dA
	200 mg/L	0,23 dA	0,25 dA	0,22 eA
	400 mg/L	0,24 dA	0,26 dA	0,22 eA
	800 mg/L	0,23 dA	0,25 dA	0,22 eA

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letra minúsculas comparam as médias na coluna e as maiúsculas na linha.

#### COMPRIMENTO DA RADÍCULA

Os extratos de semente de *P. peruviana* provocaram alterações no comprimento da radícula da alface e do capim colônião. Apenas o extrato metanólico promoveu redução no comprimento da radícula da alface e capim colônião, em relação aos extratos acetato de etila e hexânico. A interferência do extrato metanólico de sementes de *P. peruviana* sobre o crescimento da raiz da alface só foi visível a 800 mg/L com sua completa inibição (Tabela 4).

Os extratos de acetato de etila e hexano, ao contrário, estimularam o aumento do crescimento das raízes, quando comparado ao controle (Tabela 4). No entanto, este estímulo parece estar associado a concentrações mais

baixas, uma vez que em concentrações altas parecem exercer efeitos fitotóxicos capazes de reduzir o comprimento da radícula.

O crescimento das raízes do capim colônia foi reduzido por todos os extratos testados, sendo o este efeito proporcional ao aumento da concentração dos extratos.

Tabela 4 - Comprimento das raízes de alface (*Lactuca sativa* L.) e capim colônia (*Panicum maximum*) submetidas a diferentes concentrações dos extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de fisális (*Physalis peruviana*).

Comprimento da Raiz				
Planta	Concentração	Extratores		
		Hexano	Acetato	Metanol
Alface	0 mg/L	3,22 bA	3,22 bA	3,22 bA
	200 mg/L	4,51 aA	3,71 bB	2,57 bC
	400 mg/L	4,28 aA	4,66 aA	2,59 bB
	800 mg/L	3,66 bA	3,83 bA	0,00 dB
Capim Colônia	0 mg/L	4,13 aA	4,13 aA	4,13 aA
	200 mg/L	3,28 bA	3,74 bA	2,72 bB
	400 mg/L	3,23 bA	3,44 bA	1,56 cB
	800 mg/L	2,42 cA	2,97 bA	1,07 cB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna e as maiúsculas na linha.

## COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA

Extratos de semente de *P. peruviana* provocaram redução no comprimento da parte aérea da alface a partir da concentração de 200 mg/L no extrato metanólico e de 400 mg/L nos extratos acetato de etila e hexânico (Tabela 5). Para o capim colônia todos os extratos (desde a menor concentração) diminuíram significativamente o comprimento da folha.

Entre os extratores, houve uma tendência de redução do crescimento da parte aérea como o aumento da polaridade do extrator, ou seja, o extrato metanólico promoveu maior inibição do crescimento, em relação aos extratos acetato de etila e hexano.



Tabela 5 - Comprimento da parte aérea de alface (*Lactuca sativa* L.) e capim colômbio (*Panicum maximum*) submetidas a diferentes concentrações dos extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de sementes de fisalis (*Physalis peruviana*).

Comprimento da parte aérea				
Planta	Concentração	Extratores		
		Hexano	Acetato	Metanol
Alface	0 mg/L	0,65 dA	0,65 cA	0,65 cA
	200 mg/L	0,69 dA	0,80 cA	0,32 dB
	400 mg/L	0,56 eA	0,51 dA	0,39 dA
	800 mg/L	0,47 eA	0,46 dA	0,00 eB
Capim Colômbio	0 mg/L	1,89 aA	1,89 aA	1,89 aA
	200 mg/L	1,64 bA	1,25 bB	1,24 bB
	400 mg/L	1,54 bA	1,22 bB	1,16 bB
	800 mg/L	1,05 cA	1,08 bA	0,77 cB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna e as maiúsculas na linha.

#### AVALIAÇÃO DO ÍNDICE MITÓTICO SOBRE O SISTEMA -TESTE *Allium cepa*

As radículas submetidas a germinação em meio contendo extratos metanólicos de semente (figura 1a), apresentaram interferência significativa no seu ciclo celular. A concentração de 400mg/L deste extrato promoveu um pico na atividade mitótica, ao passo que em 800 mg/L reduziu significativamente a capacidade das células saírem do repouso e entrarem em divisão. Indicando que, ao permanecer em contato com substâncias ali concentradas, a célula passa a se dividir descontroladamente em resposta a uma possível agressão do extrato. Estas substâncias podem ser as cumarinas ou saponinas, ou ainda a um efeito sinérgico entre elas. Os extratos de acetato de etila e hexânico (figura 1b e 1c) não promoveram alterações significativas no índice mitótico.

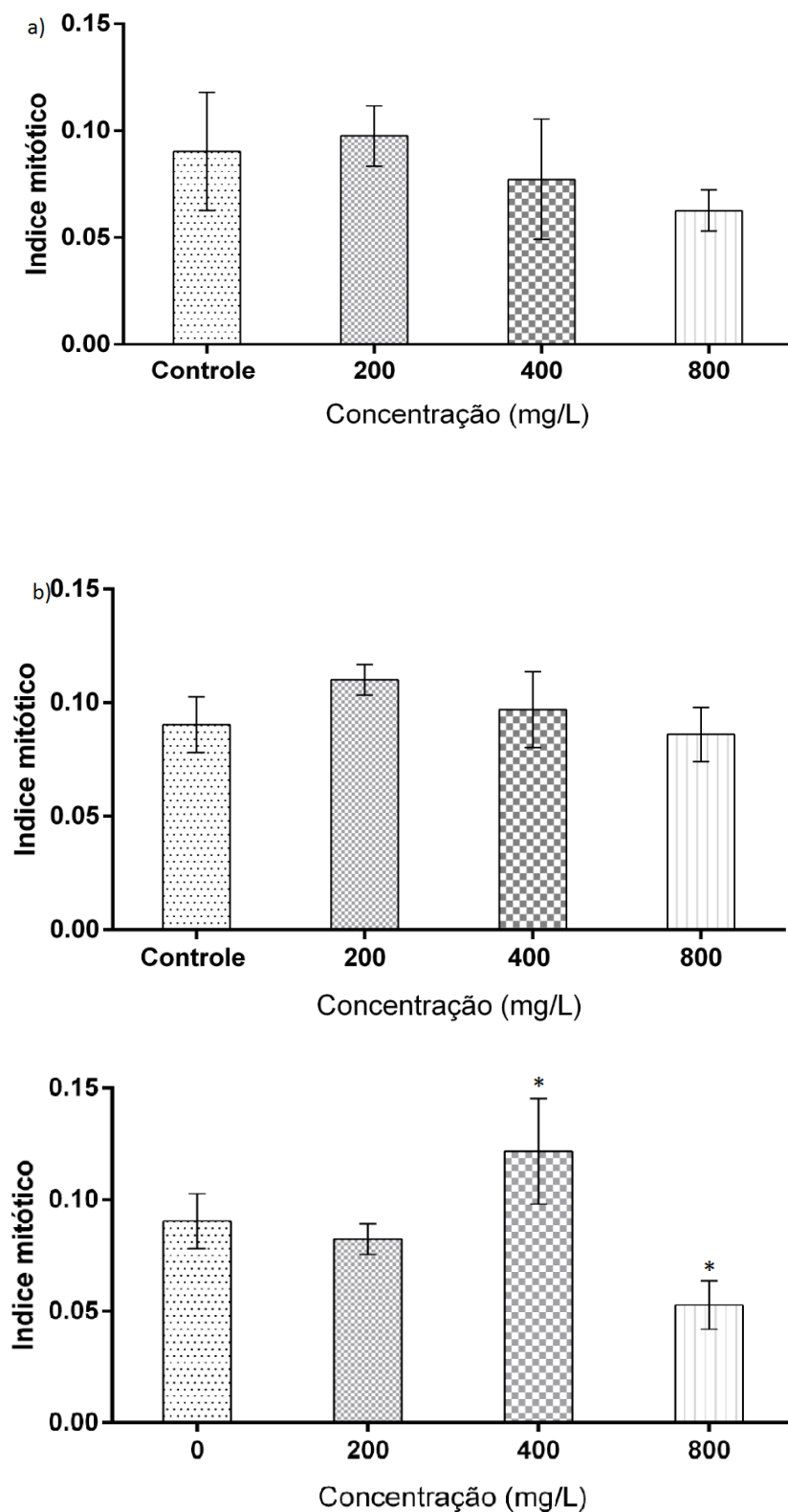


Figura 1 – Índice mitótico de *A. cepa* submetida a extratos de sementes de *P. peruviana* em diferentes concentrações: Controle (0mg/L, 200mg/L, 400mg/L e 800mg/L. a) extrato hexânico, b) extrato de acetato de etila e c) extrato metanólico. (\*significativo a  $p < 0,05$ ).

## DETERMINAÇÃO DO PH E POTENCIAL OSMÓTICO

Não houve variação significativa do pH dos extratos e das soluções de peg 6000 que simulam o potencial osmótico dos extratos de sementes. O pH variou entre 6,38 a 6,87 e segundo Eberlein (1987) apud Silveira (2012) os efeitos deletérios em testes alelopáticos são observados nas plantas apenas em condições de pH abaixo 4 e superior a 10. Os valores do potencial osmótico variaram entre -0,19 e -0,32 Mpa (Tabela 6) e não influenciaram significativamente os resultados analisados para a alface (Figura 2) e capim colômbio (Figura 3).

O potencial osmótico dos extratos de sementes de *Ficaria verna* foram simulados com PEG 6000 na intenção de se verificar uma possível influência do efeito osmótico nos resultados obtidos, o que poderia ser confundido com efeito alelopático do extrato. No entanto essa hipótese foi descartada, pois para ambas as plantas testadas e em todos os extratos analisados a variação do efeito osmótico não afetou significativamente nenhum dos parâmetros analisados (Figuras 2 e 3).

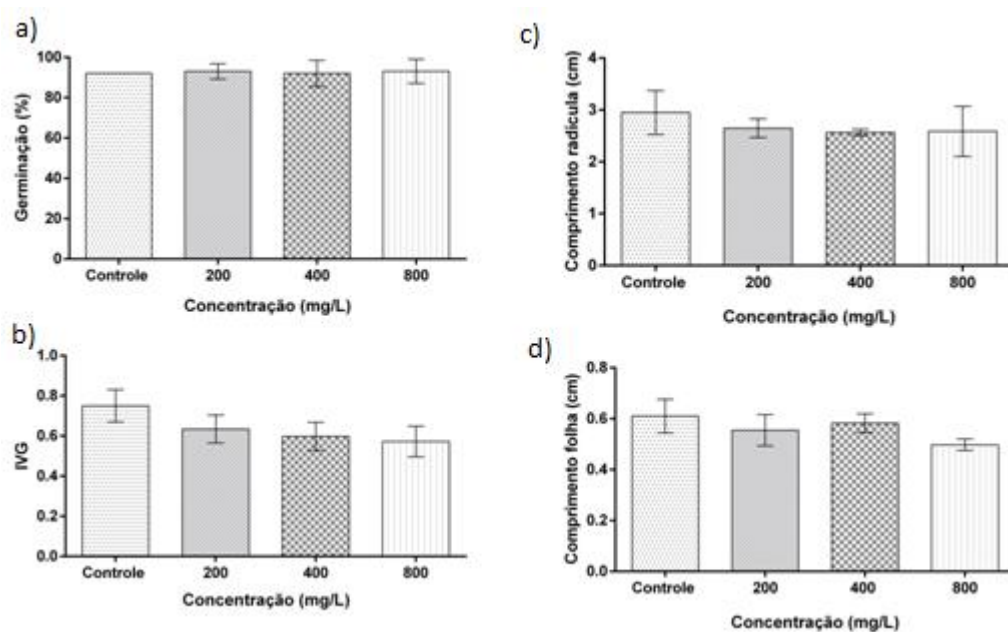


Figura 2 - Efeito osmótico do peg 6000 na porcentagem de germinação da alface (a) IVG (b), comprimento da radícula (c) e comprimento da folha (d).

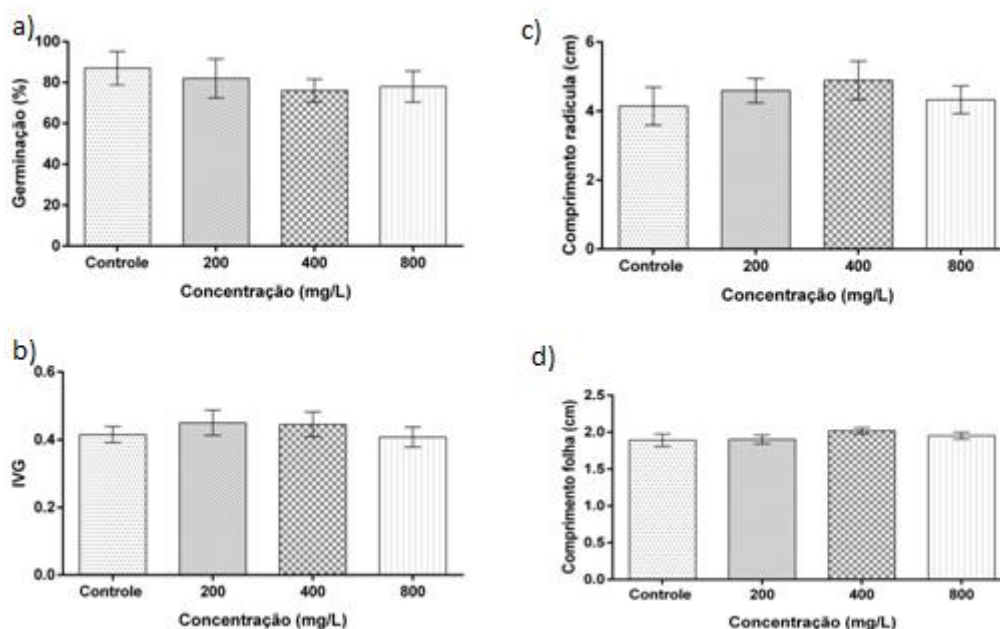


Figura 3 -. Efeito osmótico do peg 6000 na porcentagem de germinação da capim colônião (a), IVG (b), comprimento da radícula (c) e comprimento da folha (d).

Tabela 6- Características físico-químicas dos extratos de semente de *P. peruviana*.

Concentração	pH	Potencial Osmótico (Mpa)
Controle	6,87	0
200 mg/L	6,38	-0,19
400 mg/L	6,75	-0,25
800mg/L	6,54	-0,32

## DISCUSSÃO

Um dos parâmetros mais estudados para avaliar os efeitos alelopáticos é a porcentagem de germinação (Ferreira e Áquila, 2000, Andrade-Vieira et al. 2014, Cruz-Silva et al. 2015), porém há uma tendência em se considerar também outros parâmetros como o índice de velocidade de germinação (Ferreira e Borghetti, 2004), o crescimento inicial (Da Silva et. al. 2009; Borella et al. 2010; Rezende et al. 2011) e o índice mitótico (Luz et al., 2012; Menegetti et al. 2014; Cardoso et al. 2014; Aguiar et al. 2015), entre outros parâmetros. Segundo Ferreira e Borghetti (2004) o efeito alelopático pode provocar alterações na curva de distribuição da germinação ou no padrão de distribuição de germinação das sementes devido a um possível ruído informacional

(interferências ambientais que bloqueiam ou retardam o andamento de processos metabólicos). Balsalobre et. al. (2006) relatam ainda que esses efeitos podem ser exercidos na germinação da própria e de outras espécies.

O extrato metanólico de sementes de *P. peruviana* apresentou capacidade de extração de uma maior variedade de metabólitos secundários em relação aos demais extratores de menor polaridade (acetato de etila e hexânico). Foram encontrados no extrato metanólico: flavonoides, triterpenos, cumarinas e saponinas (Tabela 1). Prospecção fitoquímica realizada com extratos etanólicos de folhas de *Amaranthus viridis* L. por Albino et al., (2015) encontrou resultados semelhantes ao obtido neste estudo, o que corrobora com screening fitoquímico realizado. O extrato metanólico de sementes de *P. peruviana*, na concentração de 200 mg/L, apresenta resultados promissores por seu efeito alelopático que levou a inibição significativa da germinação e crescimento das radículas da planta daninha testada (capim colônia) ao mesmo tempo em que não influenciou a germinação e nem o crescimento da alface (Tabelas 2 e 4).

No extrato de acetato de etila, foram encontrados flavonoides, triterpenos e polifenóis e o hexano (solvente de menor polaridade), extraiu das sementes de *P. peruviana* apenas compostos flavonoides. Estes extratos mostram um possível resultado promissor para o controle biológico de plantas invasoras, tendo em vista o fato de não terem influenciado na germinação das sementes da alface, mesmo nas maiores doses utilizadas (400 e 800mg/L), ao passo que inibiram a germinação do capim colônia, desde a menor dose (200 mg/L) (Tabela 2).

Além de não afetar a germinação da alface, os extratos acetato de etila e hexânico promoveram um aumento do índice de velocidade de germinação (IVG) e do crescimento das raízes nas concentrações de 200 e 400 mg/L, ao passo que para o capim colônia, não só a germinação foi reduzida, mas também houve redução do IVG e do crescimento das raízes (Tabelas 3 e 4). Resultados semelhantes foram verificados por Moreira et al. (2008) analisando extratos metanólicos de folhas de *Caryocar brasiliense* CAMB. (PEQUI), que apresentaram atividade inibitória no crescimento da raiz de *Panicum maximum* (capim colônia).

Tais resultados são considerados bastante representativos, pois a interferência no desenvolvimento da radícula é um dos melhores indicadores para o estudo de extratos com potencial alelopático (Souza-Filho et al., 1997), pois é considerada, por alguns autores, como a parte mais sensível da planta (Ferreira e Áquila, 2000; Chon et. al., 2000). No entanto, o mesmo não pode ser atribuído ao parâmetro comprimento da parte aérea, onde todos os extratos e em todas as doses promoveram redução do crescimento das folhas tanto na alface quanto no capim (exceção apenas para a alface crescida à 200mg/L nos extratos acetato de etila e hexânico).

Extrato aquoso de folhas de *Cymbopogon citratus* (capim cidreira) demonstrou uma queda na porcentagem de germinação e do índice mitótico de sementes de alface e rúcula (Souza et al. 2005). Sabe-se que a redução do índice mitótico pode ser provocada por ação de aleloquímicos (Ferreira e Áquila, 2000). Segundo Corman (1946, apud Rice, 1984), uma solução saturada de cumarina pode bloquear toda a mitose em raízes cebolas e de lírios em um intervalo de 2 a 3 horas de aplicação, impedindo que novas células entrem em mitose. Ping et. al. (2012) em seu trabalho com *Euphorbia hirta* no ensaio de *A. cepa* reporta que a diminuição do índice mitótico das células meristemáticas poderia ser interpretada como morte celular, o que reflete um efeito genotóxico direto do extrato de *E. hirta*. Por isso, faz-se relevante correlacionar os efeitos do potencial alelopático sobre o crescimento inicial com as alterações no índice mitótico (Almeida et al., 2008). Tais trabalhos, corroboram os resultados obtidos no presente estudo, onde houve redução do índice mitótico no extrato metanólico, o que reforça uma relação direta entre o índice mitótico e as alterações na porcentagem e velocidade de germinação. Por isso, analisando o índice mitótico pode-se avaliar o efeito alelopático de uma planta sobre a outra, pois segundo Ferreira e Áquila (2000), os compostos alelopáticos tem a capacidade de alterar o índice mitótico entre outros fatores fisiológicos do metabolismo celular das plantas.

As alterações no índice mitótico das células submetidas a 400 e 800 mg/L dos extratos metanólicos (Figura 1) corroboram os efeitos alelopáticos observados na análise de germinação (Tabela 2). O extrato metanólico a 800mg/L inibiu completamente a germinação das sementes da alface devido a

significativa redução no índice mitótico. Isto prova a importância de estudar os efeitos alelopáticos associados aos efeitos citotóxicos.

Todavia, os efeitos alelopáticos dos extratos acetato de etila e hexânico observados para o capim colônia, não podem, a priori, ser atribuídos a uma possível ação citotóxica com base no teste sobre *Allium cepa* (Figura 1).

O efeito alelopático dos três tipos de extratos de sementes testados não tiveram um efeito dose-dependente, tendo, todos os extratos, inibido a germinação das sementes de capim colônia igualmente independente da concentração analisada. Por isso, esse resultado nos permite sugerir a concentração de 200mg/L como a melhor dose, dentre as doses testadas, como a mais eficiente (custo-benefício) para o controle do capim colônia.

Extratos aquosos brutos de folhas de sabugueiro em diferentes concentrações também reduziram o IVG de sementes de capim colônia (Rosa et al, 2007). Quando submetidas ao extrato metanólico de casca de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*) a 150 mg/L, as sementes de capim colônia também tiveram inibição da germinação e do desenvolvimento da raiz (Terrones et. al. 2007).

Os flavonoides compõem uma relevante classe de polifenóis que se destaca por inibir a ação de enzimas, controlar ação de hormônios vegetais e por atuar como agentes alelopáticos (Formagio et al, 2010). Isto pode explicar a ação dos efeitos alelopáticos em todos os extratos de sementes, com inibição de germinação e crescimento das raízes, principalmente nas concentrações mais elevadas, pois sabe-se que alguns dos fatores que podem promover ou inibir o crescimento das raízes estão associados aos danos causados pelos flavonoides, que por sua vez, são dependentes da concentração utilizada (Webster et al., 1998; Macias et al. 2007;).

Paszowki & Kremer (1988), destacaram seis tipos de compostos flavonoides como potenciais inibidores da germinação e do crescimento radicular de plantas-alvo assim como de fungos decompositores de sementes. Também foi possível observar outros efeitos provocados por esses compostos, tais como: afetarem a eficiência do fotossistema II, diminuir a

entrada de oxigênio nas mitocôndrias, nos cloroplastos e, por afetarem o transporte de elétrons (Moreland & Novitzky, 1988).

Sabe-se que as cumarinas podem agir na diminuição da entrada de água para o interior da célula, no bloqueio da mitose (Murray et. al., 1982; Abenavoli et. al. 2006), e na inibição da germinação (Mariz, 1953). As saponinas agem no sistema de defesa das plantas atuando como barreira química (Wina et al., 2005), além disso tem conhecido papel alelopático, promovendo inibição da germinação e divisão celular (Rice, 1984; Rizvi et. al. 1992). Tais efeitos podem explicar a atividade alelopática apresentada pelo extrato metanólico sobre a germinação das sementes e em especial sobre o índice mitótico, uma vez que apenas o metanol conseguiu extrair as frações cumarinas e saponinas das sementes de *Physalis peruviana* e apenas esse extrato mostrou efeito citotóxico. Os triterpenos apresentam resultados contraditórios na literatura para o efeito alelopático, alguns resultados mostram um grande efeito (Macías et al. 1997; Oliveira et. al., 2014) e outros indicam um baixo efeito (Santos et. al., 2008; Luz et. al., 2010).

Acredita-se que a interferência na germinação, IVG e crescimento observados esteja relacionado aos efeitos dos metabólitos secundários presentes nos extratos de sementes de *P. peruviana* agindo nos diferentes processos fisiológicos das sementes e plântulas durante os processos de germinação e crescimento inicial. Por isso a grande necessidade de maior aprofundamento quanto ao estudo da composição química desses extratos.

## CONCLUSÕES

Os extratos metanólico, acetato de etila e hexânico de sementes de *Physalis peruviana* mostram um resultado promissor para o controle biológico do capim colonião por terem se mostrado nocivo a esta espécie ao mesmo tempo em que não afeta a alface, salvo o extrato metanólico a 800 mg/L que inibiu 100% da germinação da alface.

O efeito alelopático dos extratos de sementes testados não apresentaram um efeito dose-dependente, tendo, todos os extratos, inibido a



germinação das sementes de capim colonião igualmente, independente da concentração analisada. Por isso, pode-se sugerir a concentração de 200mg/L como a melhor dose, dentre as doses testadas, como a mais eficiente (custo-benefício) para o controle do capim colonião.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Espírito Santo e Instituto Federal do Espírito Santo pelo suporte de infraestrutura e a CAPES pelo suporte financeiro.

## Abstract

*Physalis peruviana* has attracted the interest of Brazilian farmers due to the high market value of the fruits. However, the insertion of this exotic plant was not followed by studies on its allelopathic potential. Thus, due to relevant ecological and economic issues, the objective of this research was to verify the allelopathic potential of this plant determining the chemical classes present in the extracts. Extracts of hexane, ethyl acetate and methanol of *Physalis peruviana* seeds at concentrations of 0, 200, 400 and 800mg / L of lettuce (*Lactuca sativa* L.), and guinea grass (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania) were analyzed evaluating the following aspects: germination percentage, germination speed index (GSI), radicle length, shoot length, mitotic index, as well as preliminary phytochemical screening. The design was completely randomized with five repetitions. The results were submitted to the analysis of variance and the means were analyzed by the Scott Knott test at the level of 5% probability. Only the methanolic extract at the concentrations 400mg / L and 800mg / L affected the germination of lettuce while the other extracts and concentrations tested, significantly reduced the germination of (guinea grass) *Panicum maximum*. The ethyl acetate extract in all concentrations, was able to inhibit the germination of (guinea grass) *Panicum maximum*, but not the germination of lettuce. The GSI was reduced in both plants only in the extracts of ethyl acetate and hexane. The methanol extract, the only one in which there are coumarins and saponins, had a significant effect on the mitotic index. These

results indicate significant allelopathic effect of *Physalis* seed extracts on (guinea grass) *Panicum maximum*, which may represent a promising future use in sustainable agriculture.

**Keywords:** secondary metabolites, biological control, invasive plants, exotic species.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENAVOLI M, CACCO G, SORGONÁ A, MARABOTTINI R, PAOLACCI A, CIAFFI M e BADIAMI M. 2006. The inhibitory effects of coumarin on the germination of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum, cv. Simeto) seeds. *J Chem. Ecol.* 32: 489-506.

AGUIAR AR, AGUIAR D, TEDESCO SB e SILVA ACF. 2015. Efeito de metabólitos produzidos por *trichoderma* spp. sobre o índice mitótico em células das pontas de raízes de *allium cepa*. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 934-940.

AIRES SS, FERREIRA AG e BORGUETI F. 2004. Efeito alelopático de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. *Acta bot. Bras.* 19(2): 339-344.

ALBINO AM, FIALHO SN, DE SOUZA PG, LIMA RA. 2015. prospecção fitoquímica do extrato etanólico das inflorescências e folhas de *Amaranthus viridis* L. (Amaranthaceae). *J. bas. Educ. , technical and techonological*, v.2, n.2, pg 74-83.

ALMEIDA GD et al. 2008. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin*, v.61, n.1, p. 4237-4247.

ALVES MCSA, FILHO SM, INNECCO R e TORRES SB. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086.

ANDRADE L. 2008. *Physalis* ou uchuva - Fruta da Colômbia chega ao Brasil. Rev. Rural, São Paulo, v.38, p.11-12.

ANDRADE-VIEIRA LF, BOTELHO CM, LAVIOLA BG, PALMIERI MJ E PRAÇA-FONTES MM. 2014. Effects of *Jatropha curcas* oil in *Lactuca sativa* root tip bioassays. *An Acad Bras Cienc* 86 (1).

BALSALOBRE LC *et al.* 2006. Ação alelopática do arilo das sementes de *Passiflora edulis* Sims e *Passiflora alata* Dryand. In: 19<sup>a</sup> RAIB, v.68, suplemento 2. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/biologico/v68\\_supl\\_raib/283.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/biologico/v68_supl_raib/283.PDF)>. Acesso em: 08 jan. 2015.

BORELLA J, MARTINAZZO EG e AUMONDES TZ. 2011. Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete. R. bras. Bioci., Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 398-404. ISSN 1980-4849 (on-line) / 1679-2343 (print)

BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 399p.

CARDOSO GHS, DANTAS EBS, SOUSA, FRC E PERON, AP. 2014. Cytotoxicity of aqueous extracts of *Rosmarinus officinalis* L. (Labiatae) in plant test system. *Braz. J. Biol.*, vol. 74, no. 4, p. 886-889.

CARDOSO RI, JÚNIOR, CV, ZANELLA CA, SAUSEN TL, MIELNICZKI-PEREIRA A, PAROUL N e CANSIAN RL.; 2014. Avaliação do potencial alelopático de extratos de *Solanum Mauritianum* scopoli (Solanaceae) sobre diásporos de *Lactuca sativa* L. PERSPECTIVA, Erechim. v. 38, n.143, p. 31-38. 2014

CEASA-ES. 2011. Physalis: conheça mais uma fruta exótica comercializada na CEASA/ES. Disponível em: < <http://www.CEASA.es.gov.br/?p=1926>> Acesso em 08 de fevereiro de 2016.

COSTA AF. 1982. Farmacognosia III v. 2. ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

CHON SU, COUTTS JH E NELSON CJ. 2000. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. Agron. J., 92: 715-720.

CRUZ-SILVA CTA, MATIAZZO EBM, PACHECO FP E NÓBREGA LHP. 2015. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. IDESIA (Chile) Volumen 33, Nº 1.

Da SILVA AG e CARVALHO RIN, 2009. Efeito alelopático de extratos de carqueja (*Baccharis trimera*) e confrei (*Symphytum officinale*) em sementes e plântulas de girassol, Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 7, n. 1, p. 23-32. ISSN 0103-989X.

FERREIRA AG e AQUILA, MEA. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. R. Bras.Fisiol.Veg. 12(Edição Especial):175-204.

FERREIRA AG, BORGHETTI F. 2004. Germinação – Do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre. P. 209-222.

FORMAGIO ASN, MASETTO TE, BALDIVIA DS, VIEIRA MC, ZARATE NAH e PEREIRA ZV. 2010. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. Rev. bras. Biociênc., Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 349-354.

HASSANIEN MFR. 2011. *Physalis Peruviana*: a rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals (review), Food Rev.Int. 27 (2011) 259–273.

KRZYŻANOWSKI FC; VIEIRA RD e FRANÇA NETO JB. 1999. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. 218p.

LABOURIAU LG e VALADARES MEB. 1976. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. An. Acad. Bras. Ciênc., Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284.

LORENZI H e MATOS FJA. 2008. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa , SP: Instituto Plantarum. p.455.

LUZ AC, PRETTI IR, DUTRA JCV e BATITUCCI MCP. 2012. Avaliação do potencial citotóxico e genotóxico de *Plantago major* L. em sistemas teste *in vivo* Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.14, n.4, p.635-642.

LUZ SM, SOUZA FILHO APS, GUILOHN GMSP e VILHENA KSS. 2010. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do pH. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 479-487.

MACÍAS FA, MOLINILLO JMG, VARELA RM e GALINDO JCG. 2007. Allelopathy – a natural alternative for weed Control. Pest Manag. Sci., 63: 327-348

MACIAS FA, SIMONET AM e GALINDO JCG. 1997. Bioactive steroids and triterpenes from *Melilotus messanensis* and their allelopathic potential. J. Chem. Ecol., v. 23, n. 7, p. 1781-

MAGUIRE JD. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v.2, n.1, p.176-177.

MARIZ G. 1953. Contribuição ao estudo ecológico e farmacognóstico de quatro plantas características da zona da caatinga (*Zizyphus juazeiro* Mart.; *Maytenus rígida* Mart.; *Spondias tuberora* Arr. Cam.; *Amburana cearensis* (Fr. All.) Smith). Universidade de Recife, Recife, (Tese de Livre Docência).

MARSNI ZE, CASAS L, MANTELL C, RODRIGUEZ M, TORRES A, MACIAS FA, OSSA EJM, MOLINILLO JMG e VARELA RM. 2011. Potential allelopathic of the fractions obtained from sunflower leaves using supercritical carbon dioxide. J. Supercrit. Fluids 60 (2011) 28– 37.

MENEGUETTI DUO, LIMA RA, SILVA JB, SILVA RP, PAGOTTO R de C e FACUNDO VA. 2014. Análise Citotóxica e Mutagênica do Extrato Aquoso de *Maytenus guyanensis* Klotzsch Ex Reissek (Celastraceae) Chichuá (Xixuá) Amazônico. CeN, v. 36 n. 3, p.301– 309.

MOREIRA PFSD, SOUZA DR e TERRONES MGH. 2008. Avaliação do potencial alelopático do extrato metanólico obtido das folhas de *Caryocar brasiliense camb.* (pequi) na inibição do desenvolvimento da raiz em sementes de *Panicum maximum*. Biosci. J., Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 74-79.

MORELAND DE e NOVITZKY WP. 1988. Interference by flavone and flavonols with chloroplast-mediated electron transport and phosphorylation. Phytochemistry, v.27, p.3359- 3366.

MUNIZ J, KRETZSCHMAR AA, RUFATO L, PELIZZA TR, RUFATO AR, MACEDO TA. 2014. General aspects of *physalis* cultivation. C. Rural, Santa Maria, Online . ISSN 0103-8478.

MURRAY RHD, MENDEZ J e BROWN SA. 1982. The Natural Coumarins: occurrence, chem. and bioch.. Chichester: Wiley, 702 p.

OLIVEIRA AKM, PEREIRA KCL, MULLER JAI e MATIAS R. 2014. Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface. Hort. Bras. 32: 41-47.

OLIVEIRA SCC, GUALTIERI SCJ, DOMINGUEZ FAM, MOLINILLOS JMG e MONTOYA RV. 2012. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia Acta bot. Bras. 26(3): 607-618.

PASZKOWSKI WL e KREMER RJ. 1988. Biological activity and tentative identification of flavonoid components in velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.) seed coats. J Chem. Ecol., 14:1573-1582.

PELLERANO J. 2013. Gastronomia molecular: Desconstruindo vinte anos de uma tendência. Rosa Ventos, v. 5, p.293-300.

PING KY, DARAH I, YUSUF UK, YENG C e SASIDAHARAN S. 2012. Genotoxicity of *Euphorbia hirta*: An *Allium cepa* Assay. *Molecules* 17, 7782-7791; doi:10.3390/molecules17077782.

RAMADAN MF e J.T. MOERSEL JT. 2007. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis Peruviana* L.) juice, *J. Sci. Food Agric.* 87 (2007) 452–460.

RAMADAN, M. F. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food R. International*, 44, 1830–1836.

REZENDE GAA, TERRONES MGH e REZENDE DMLC. 2011. Estudo do potencial alelopático do extrato metanólico de raiz e caule de *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi). *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 460-472.

RICE, E.L., 1984. Allelopathy, second ed. Academic Press, Orlando.

RIZVI SJH e RIZVI V. 1992 . Exploration of allelochemicals in improving crop productivity. In: Rizvi, S. J. H, Rizvi V. Allelopathy: b. and a. aspects. London, Chapman & Hall.

ROCKENBACH II, RODRIGUES E, CATANEO C, GONZAGA LV, LIMA A, MANCINI-FILHO J e FETT R. 2008. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. *Alim. Nutr.*, Araraquara. v.19, n.3, p. 271-276.

ROMERO-ROMERO T, SANCHEZ-NIETO S, SANJUAN-BADILLO A, ANAYA AL e CRUZ-ORTEGA R. 2005 Comparative effects of allelochemical and water stress in roots of *Lycopersicon esculentum* Mill. (*Solanaceae*) *Plant sci.* 168 (2005) 1059–1066.

ROSA DM, FORTES AMT, PALMA D, MARQUES DS, CORSATO JM, LESZCZYNSKI R e MAULI MM. 2007. Efeito dos Extratos de Tabaco, *Leucena*

e Sabugueiro sobre a Germinação de *Panicum maximum*. Rev. bras. Biociênc Porto Alegre-RS, v.5, supl.2, p.444-446.

SANG-NGERN M, YOUN UJ, PARQUE EJ, KONDRATYUK TP, MIKLOSSY G, WALLA MM, SIMMONS CJ, TURKSON J, PEZZUTO JM, CHANG LC. 2015. Anticancer potential of withanolides and its derivatives from *Physalis peruviana* (POHA). Planta Med; 81 - PX81, DOI: 10.1055 / s-0035-1556525.

SANTOS LS, SANTOS JCL, SOUZA FILHO APS, CORRÊA MJC, VEIGA TAM, FREITAS VCM, FERREIRA ICS, GONÇALVES NS, SILVA CE e GUILHON GMSP. 2008. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas do capim-marandu e suas variações em função do ph. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 531-538.

SILVEIRA PF, MAIA SSS, COELHO MFB. 2012. potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. na germinação de *Lactuca sativa* L. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 472-477.

SIMÕES CO et al., 2002. Farmacognosia da planta ao medicamento, 4ª edição, Porto Alegre / Florianópolis, Editora Universidade UFRGS / Editora Universidade UFSC, 833 p.IDEM

SOUZA FILHO AP, RODRIGUES LRA e RODRIGUES TJD. 1997. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. Pesq. Agrop. Bras., v.32, p.165-170.

SOUZA SAM, STEIN VC, CATTELAN LV, BOBROWSKI VL e ROCHA BHG. 2005. Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais. Rev. biol. ciênc. terra, Paraíba-PB, vol. 5, núm. 1, p. 0.

TERRONES MGH, MORAIS SAL, LONDE GB, NASCIMENTO EA e CHANG,R. 2007. Ação alelopática dos extratos de *Cecropia pachystachya* (embaúba) no crescimento de *Panicum maximum* (capim colônia). Planta Daninha, Viçosa-MG, v.25, n.4, p.763-769.



VILLELA FA, DONI FILHO L e SIQUEIRA EL. 1991. Tabela do potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesq. Agrop. Bras.*, 26: 1957-1968.

WEBSTER J. et al. 1998. Induction of Acclimative Proteolysis of the Light-Harvesting Chlorophyll a/b Protein of Photosystem II in Response to Elevated Light Intensities. *Plant Physiol.*, v.118. p.827-834.

WINA E, MUETZEL S e BECKER, K. 2005. The Impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant productions: A review. *J Agr Food Chem*, Washington, v.53, n.21, p.8093-8105.

WOJCIESZEK J, RUZIK L. 2016. Operationally defined species characterization and bioaccessibility evaluation of cobalt, copper and selenium in Cape gooseberry (*Physalis Peruviana L.*) by SEC-ICP MS. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 34, 15–21.


WU, S-J. et al. 2005. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. *Biol. Pharm. Bull.*, v. 28, n. 6, p. 963-966.

# Anexo I

**Periódicos Qualis**

**Dados para Consulta**

\*Evento de Classificação:

Área de Avaliação  
  

ISSN:

Título:

Classificação:

**Periódicos**

ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
0001-3765	Anais da Academia Brasileira de Ciências (Impresso)	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	A1
1678-2690	Anais da Academia Brasileira de Ciências (Online)	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	A1



## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- Objetivo e política editorial
- Preparação de originais

**ISSN 0001-3765 versão impressa**

**ISSN 1678-2690 versão online**

### Objetivo e política editorial

A revista **ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS** encoraja fortemente as submissões online. Uma vez o artigo preparado de acordo com as instruções abaixo, visite o site de submissão online (<http://aabc.abc.org.br>).

As instruções devem ser lidas cuidadosamente e seguidas integralmente. Desta forma, a avaliação e publicação de seu artigo poderão ser feitas com mais eficiência e rapidez. Os editores reservam-se o direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

### OBJETIVO E POLÍTICA EDITORIAL

Todos os artigos submetidos devem conter pesquisa original e ainda não publicada ou submetida para publicação. O primeiro critério para aceitação é a qualidade científica. O uso excessivo de abreviaturas ou jargões deve ser evitado, e os artigos devem ser compreensíveis para uma audiência tão vasta quanto possível. Atenção especial

deve ser dada ao Abstract, Introdução e Discussão, que devem nitidamente chamar a atenção para a novidade e importância dos dados relatados. A não observância desta recomendação poderá resultar em demora na publicação ou na recusa do artigo. Os textos podem ser publicados como uma revisão, um artigo ou como uma breve comunicação. A revista é trimestral, sendo publicada nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

#### **TIPOS DE TRABALHOS**

**Revisões.** Revisões são publicadas somente a convite. Entretanto, uma revisão pode ser submetida na forma de breve carta ao Editor a qualquer tempo. A carta deve informar os tópicos e autores da revisão proposta e declarar a razão do interesse particular do assunto para a área.

**Artigos.** Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (escrito em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5. Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos quando necessário; 8. Resumo e palavras-chave (em português - os autores estrangeiros receberão assistência); 9. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem observar seu formato usual. Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte (4) e reunir as partes (5) e (6). Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais.

#### Breves comunicações

Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitos nas provas. Os autores devem enviar seus artigos somente em versão eletrônica.

### **Preparação de originais**

#### **PREPARO DOS ARTIGOS**

Os artigos devem ser preparados em espaço duplo. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos. Tamanho dos artigos. Embora os artigos possam ter o tamanho necessário para a apresentação concisa e discussão dos dados, artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto quando na sua facilidade de leitura.

**Tabelas e ilustrações.** Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas (máximo de figuras gratuitas: cinco figuras). A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

**Figuras digitalizadas.** As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no

formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em .RTF ou em WORD para Windows.

**Página de rosto.** A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6 palavras, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (até 50 letras); 6. Seção da Academia na qual se enquadra o artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números de fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência e prova do artigo.

**Agradecimentos.** Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

**Abreviaturas.** As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

**Referências.** Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas indexadas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, podem ser citados no texto como (Smith et al. unpublished data) e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras.

As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais. Se houver mais de 10 autores, use o primeiro seguido de et al. As referências devem ter o nome do artigo. Os nomes das revistas devem ser abreviados. Para as abreviações corretas, consultar a listagem de base de dados na qual a revista é indexada ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências.

*Artigos*

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the áreas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

*Livros e Capítulos de Livros*

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia Proceedings ...., Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

*Outras Publicações*

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 55 p. Preprint n. 600.