

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – *CAMPUS* RIO VERDE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

HERBICIDA NATURAL DERIVADO DE *Myracrodruon*  
*urundeuva* Freire Allemão

Autor: Andressa Rossi da Silva

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico de Souza Castro

RIO VERDE - GO

agosto - 2015

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – *CAMPUS* RIO VERDE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

HERBICIDA NATURAL DERIVADO DE *Myracrodruon*  
*urundeuva* Freire Allemão

Autor: Andressa Rossi da Silva  
Orientador: Dr. Carlos Frederico de Souza Castro

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - *Câmpus* Rio Verde – Área de concentração Agroquímica Orgânica.

RIO VERDE – GO  
agosto - 2015

Cutler: S586h

Rossi da Silva, Andressa

Herbicida natural derivado de *Myracrodruon urundeuva* Freire  
Allemao/Andressa Rossi da Silva – Rio Verde – 2015.

50f.:il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio  
Verde, 2015.

Orientador: Dr. Carlos Frederico de Souza Castro.

Biografia.

1. Herbicida 2. *M.urundeuva* 3. metabólitos secundários I. Título  
II. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde.

CDD: 632.954

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

HERBICIDA NATURAL DERIVADO DE *Myracrodruon*  
*urundeuva* Freire Allemão

Autor: Andressa Rossi da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico de  
Souza Castro

TITULAÇÃO: Mestre em Agroquímica

APROVADA: 12 de agosto de 2015.

---

Blyeney Hatalita Pereira Alves

(Membro externo)

IFG – *Câmpus* Itumbiara

---

Mayker Lazaro Dantas Miranda

(Membro interno)

IFG – *Câmpus* Rio Verde

---

Dr. Carlos Frederico de Souza Castro

(Orientador)

IF Goiano – *Câmpus* Rio Verde

Ninguém é digno do oásis se não aprender a atravessar seus desertos.

Augusto Cury

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grata a Deus por colocar em meu caminho obstáculos e mostrar o quanto sou forte para superá-los.

Agradeço á minha mãe Rosemayre que durante este período me apoiou nos momentos desanimadores e de satisfação se sentindo orgulhosa sempre, á minha irmã Vanessa que é uma referência como disseminadora de conhecimentos e ao meu pai Aldo pelo incentivo aos estudos.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde bem como ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, obrigada aos colegas do Laboratório de Química Tecnológica e aos mestrados em geral que sempre me auxiliaram em todas as formas possíveis.

Sou grata a todos os professores e dentre eles ao professor e orientador Dr. Carlos Frederico de Souza Castro pela confiança, compreensão, conhecimentos transmitidos e pela amizade, foi um orgulho tê-lo como orientador durante a graduação e o mestrado, grande inspiração para mim.

Agradeço ao seu Benjamim Ferreira Meneses por instruir e ajudar na obtenção do material utilizado na pesquisa demonstrando o seu cuidado pela natureza.

A toda a minha família e amigos pelo estímulo para finalizar mais uma fase de minha jornada em busca da realização de meus sonhos.

Muito obrigada!

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Andressa Rossi da Silva, filha de Rosemayre Alves da Silva Rossi e Aldo Rossi da Silva, nascida em 11 de Janeiro de 1989, natural de Quirinópolis – GO.

Em agosto de 2013, graduou-se em Licenciatura e Bacharelado em Química pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde - Goiás. Em Agosto de 2013, ingressou no Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agroquímica pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde sob a orientação do Professor Dr. Carlos Frederico de Souza Castro. Carrega consigo a visão de complementar os estudos fazendo posteriormente o doutorado e consequente aprovação em concurso público na área de química.

## ÍNDICE

Página

ÍNDICE DE TABELAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	vii
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Alelopatia.....	3
1.2 <i>Myracrodruon urundeuva</i> Freire Allemão e Compostos biologicamente ativos.....	9
1.3 .Identificação de classe de metabólitos e substâncias ativas.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
OBJETIVOS.....	20
CAPÍTULO 1: Herbicida natural derivado de aroeira preta <i>Myracrodruon Urundeuva</i> Freire Allemão.....	21
RESUMO.....	21
CHAPTER 1: Natural herbicide derived from aroeira preta <i>Myracrodruon Urundeuva</i> Freire Allemão.....	1
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	6
4. CONCLUSÃO .....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	11

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>ARTIGO</b>	
<b>Tabela 1.</b> Efeito dos extratos aquosos da casca de aroeira preta sobre percentual de germinação (PG%) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria. .28	28
<b>Tabela 2.</b> Efeito dos extratos aquosos da casca de aroeira preta sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria.....29	29
<b>Tabela 3.</b> Efeito dos extratos aquosos da casca de aroeira preta sobre o desenvolvimento de plântulas (radícula) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria. .... 30	30
<b>Tabela 4.</b> Efeito dos extratos aquosos da casca de <i>M. urundeuva</i> sobre o desenvolvimento de plântulas (hipocótilo) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria.....30	30
<b>Tabela 5.</b> Efeito dos extratos aquosos da casca da <i>M. urundeuva</i> sobre a altura das espécies de repolho e sorgo em condições de pré-emergência e pós-emergência utilizando terra como substrato.....31	31
<b>Tabela 6.</b> Efeito dos extratos aquosos da casca da <i>M. urundeuva</i> sobre a altura das espécies de repolho e sorgo em condições de pré-emergência e pós-emergência utilizando areia como substrato.....32	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Estrutura do monotерpeno genariol, estigmasterol, cumarina, morfina e flavonóide.....	6
<b>Figura 2.</b> Principais fatores que podem influenciar na concentração de aleloquímicos presentes nas plantas.....	7

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Fr. All .....	Freire Allemão
<i>M</i> .....	<i>Myracrodruon</i>
g.....	Gramas
G% .....	Percentual de Germinação
IVG .....	Índice de Velocidade de Germinação
mg .....	Miligramas
mL .....	Mililitros
$\alpha$ .....	Alfa
$\beta$ .....	Beta
mg dm <sup>-3</sup> .....	Miligrama por decímetro cúbico
v/v.....	Volume/Volume

## RESUMO

DA SILVA, ANDRESSA ROSSI. Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio Verde – GO, agosto de 2014. **Herbicida natural derivado de aroeira preta (*Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão)**. Orientador: Carlos Frederico de Souza Castro. Coorientador: Adriano Jakelaitis.

A espécie *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão nativa do Brasil é muito utilizada como medicamento natural. O objetivo do presente trabalho compreendeu a avaliação alelopática do extrato aquoso em diferentes concentrações da casca do caule de *M. urundeuva* através de bioensaios em laboratório e casa de vegetação bem como investigação fitoquímica e identificação de substâncias ativas presentes em amostras de fracionamento líquido-líquido de extrato metanólico e de óleo essencial. O material vegetal foi coletado no campus da Universidade de Rio Verde no estado de Goiás, Brasil e submetido a secagem em estufa com circulação de ar forçada á temperatura de 40°C, triturado em moinho de facas até a obtenção de um pó fino. O extrato aquoso foi obtido por infusão na proporção de 250g de material vegetal para um litro de água destilada fervente. Como solução de referência para os bioensaios teve-se o extrato aquoso nas diluições de 100%, 50%, 25% e 0% (branco). As espécies de sementes selecionadas para a realização dos bioensaios em laboratório foram o repolho (*Brassica oleracea* L.), tomate (*Solanum Lycopersicum* L.), cebola (*Allium Ceppa*) e as espécies de plantas daninhas de difícil controle capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e picão preto (*Bidens pilosa*). Em casa de vegetação utilizou-se as espécies de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e repolho (*Brassica oleracea* L.). A partição líquido-líquido foi realizada com extrato metanólico e os solventes de polaridades diferentes (hexano, clorofórmio e acetato de etila). O óleo essencial foi obtido através de extrator Clevenger. As mais significativas alterações apresentadas nos bioensaios laboratoriais foram verificadas em semente de picão preto ( $27,0\pm 6,8b$ ) no percentual de germinação em 100%, índice de velocidade de germinação no tomate ( $26,8\pm 0,8c$ ) em 50%, estímulo no desenvolvimento da radícula do repolho ( $15,6\pm 7,9a$ ) e cebola ( $3,1\pm 3,5b$ ) em 50% e inibições para brachiaria ( $16,9\pm 10,8b$ ) em 100%. A altura das plantas de sorgo ( $38,9\pm 6,3a$ ) foi estimulada em pré-emergência/terra em 50% e sobre repolho ( $2,3\pm 0,7a$ ) e em areia. Através da prospecção fitoquímica detectou-se a presença de saponinas, e/ou flavonóides e compostos fenólicos como taninos hidrolisáveis e catequinas. Amostras

obtidas a partir da extração do óleo essencial e da partição líquido-líquido do extrato metanólico foram submetidas á cromatografia a gás destacando a presença de  $\gamma$ -sistosterol, obtusifoliol, handianol, isolongifolan-8-ol e presença de ésteres metílicos como o ácido araquídico e ácido 14-metil-pentadecanóico no óleo essencial. A *M. urundeuva* apresenta efeitos alelopáticos reproduzidos em bioensaios bem como quantidades significativas de metabólitos secundários.

Palavras-chave: herbicida, *M. urundeuva*, Metabólitos secundários.

## ABSTRACT

DA SILVA, ANDRESSA ROSSI. Federal Goiano Institute - Campus Rio Verde - GO, August 2014. natural herbicide derived from aroeira preta (*Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão). Advisor: Carlos Frederico de Souza Castro. Coorientador: Adriano Jakelaitis.

The species *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão native of Brazil is widely used as a natural medicine, research that seek to identify active compounds in their shells that can influence the development of other species is of great importance. The objective of this project included the allelopathic evaluation of aqueous extracts of *M. peel urundeuva* through bioassays in the laboratory and greenhouse and phytochemical research and identification of active substances in liquid-liquid fractionation of methanol extract and oil samples essential. The plant material was collected on the campus of the University of Rio Verde in the State of Goias, Brazil and dried in an oven with forced air circulation will 40 ° C, ground in a Wiley mill to obtain a fine powder. The aqueous extract was obtained by infusion in the proportion of 250 g of plant material to 1 liter of boiling distilled water. As a reference solution for bioassays had The aqueous extract at the concentration / dilutions of 100%, 50%, 25% and 0% (white). The seed species selected to carry out the laboratory bioassays were cabbage (*Brassica oleracea* L.), tomato (*Solanum Lycopersicum* L.), onion (*Allium Ceppa*) and the weed species of difficult control signal grass (*Brachiaria decumbens* ) and Black beggarticks (*Bidens pilosa*). In greenhouse was used species sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and cabbage (*Brassica oleracea* L.) and phytochemical evaluation through qualitative chemical tests. The liquid fractionation was performed with methanol extract and different polarities of solvents, hexane, ethyl acetate and chloroform. The essential oil was obtained by Clevenger extractor. The most significant changes made in laboratory bioassays were observed in seed black picão ( $27.0 \pm 6,8b$ ) the germination percentage in 100% germination speed index in tomatoes ( $26.8 \pm 0,8c$ ) in 50 % stimulus in the radicle of the cabbage ( $15.6 \pm 7,9a$ ) and onions ( $3.1 \pm 3,5b$ ) by 50% and inhibitions brachiaria ( $16.9 \pm 10,8b$ ) at 100%. The height of the sorghum plants ( $38.9 \pm 6.3A$ ) was stimulated in preemergence / land on cabbage and 50% ( $2.3 \pm 0.7A$ ) and sand. Through phytochemical detected the presence of saponins, phenols, hydrolyzable tannins and catechins. Samples obtained from the essential oil extraction and fractionation of the methanol extract liquid was subjected to gas chromatography and

nuclear magnetic resonance spectrometry highlighting significant amounts of steroids such as  $\gamma$ -sitosterol, stigmast-5-en-3-ol and (5 $\beta$ ) pregnane -3,11,20-Trione and the presence of the methyl esters such as acid and elaidic acid aquídico the essential oil. AM urundeuva has allelopathic effects played in bioassays as well as significant amounts of secondary metabolites.

Keywords: herbicide, *M. urundeuva*, secondary metabolites.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por novos compostos com propriedades herbicidas tem sido priorizada por pesquisadores em todo o mundo, com perspectivas de melhoramento da qualidade de produtos herbicida e consequente rentabilidade de lavouras podem estar disponíveis naturalmente em plantas do cerrado (BESSA et al., 2007).

O cerrado possui uma grande variedade de plantas como a *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão conhecida como aroeira preta é uma espécie arbórea nativa pertencente á família Anacardiaceae. Trata-se de uma planta característica e difundida em todo o nordeste brasileiro como também alguns estados das regiões sul, sudeste e centro-oeste. O seu nome deriva das palavras arara + erira, significado de árvore de arara dentre outras denominações como a designada de aroeira preta (MONTEIRO et al., 2012).

Esta espécie possui como característica ampla utilização na medicina popular como anti-inflamatório e antibiótico com grande exploração de sua madeira, indicada para arborização com aplicabilidade na apicultura (DORNELES et al., 2005).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente entre as espécies citadas na lista de ameaçadas de extinção, ou seja, espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração a *Myracrodruon urundeuva* se encontra classificada na lista oficial dentre as diretrizes selecionadas através da Comissão Nacional de Biodiversidade-CONABIO (BRASIL, 2008).

Atualmente a sua principal utilização é realizada na área da medicina popular devido á sua ação anti-inflamatória e cicatrizante. Existe uma alta concentração de compostos químicos designados metabólitos secundários presentes nesta espécie como os

compostos fenólicos, responsáveis por efeitos terapêuticos e chalconas diméricas que apresentam efeito analgésico e anti-inflamatório (MONTEIRO et al., 2012).

Existe um grande número de estudos que demonstram os efeitos terapêuticos como a função antioxidante dos compostos fenólicos em especial os taninos, os flavonoides (diosmina e hesperidina) presentes na *M.urundeuva* inibem a propagação de rotavírus protegendo as células (CECÍLIO et al 2012; MORAIS et al, 1999; CHAVES et al, 1998; QUEIROZ et al, 2002; MONTEIRO et al, 2006; VIANA et al, 1997).

A ampla utilização medicinal da aroeira preta deve-se á presença em suas entrecascas de vários componentes fitoquímicos com propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Utilizam-se esta espécie em afecções ginecológicas, ferimentos cutâneos, anti-histamínicas e analgésicas (BERGER et al., 2007).

As plantas são capazes de metabolizar substâncias para possibilitar o seu crescimento, desenvolvimento e sobrevivência produzindo assim compostos químicos denominados metabólitos primários e secundários (FUMAGALI et al., 2008).

Designa-se alelopatia como sendo a interferência de compostos químicos (metabólitos secundários) produzidos pelas plantas sobre outras espécies. Quando liberados no meio ambiente esses compostos influenciam os seres vivos receptores interferindo nos processos fisiológicos e biológicos. As interações desses compostos podem ocorrer sobre espécies de plantas, atrasando reduzindo ou mesmo impedindo a germinação podendo afetar também o crescimento de plântulas (NEIS e CRUZ-SILVA.; 2013).

A interferência destas substâncias alelopáticas sugere eficientes alternativas possíveis para o manejo de plantas daninhas. Não apenas devido ao uso do extrato como agente químico natural, mas também existe a possibilidade da descoberta de novos compostos químicos que podem ser manipulados pela indústria produzindo assim novos tipos de herbicidas com maior eficácia. Estas alternativas utilizando novas fontes de compostos químicos com propriedades herbicidas possuem como característica um menor impacto sobre o ambiente e o ser humano (INOUE., et al 2010).

A utilização de agroquímicos no controle de pragas agrícolas ou plantas indesejáveis reprime a destruição de culturas alimentares bem como restabelece a sua qualidade (BAKIRCI et al., 2014).

Atualmente o gradativo aumento de plantas infestantes ocasiona grande preocupação mundial, fatores como a utilização e o modo em que os produtos herbicidas são empregados para minimizar os prejuízos provocados fazem parte de

alguns dos principais fatores responsáveis pela degradação ambiental (LAW, 2001; VIVIAN., et al 2007). Os herbicidas podem causar danos às culturas subsequentes (SILVA et al., 1999; GONÇALVES et al., 2001), à fauna e à flora, do mesmo modo que afetam águas superficiais e subterrâneas (FIZIOLA., et al 2002).

Todavia extratos de plantas são utilizados no controle de outros seres vivos como os insetos devido ao fato de serem uma fonte rica de substâncias químicas bioativas. Estudos realizados por ALI, RAVIKUMAR e BEULA (2012), atestam que extratos de plantas marinhas apresentaram efeitos larvicidas de leve á moderado contra o mosquito *Aedes aegypti*. As espécies de plantas selecionadas para o estudo apresentaram atividade larvicidas devido á presença significativa de flavonoides que inibem as larvas de mosquito causando alterações, bem como presença de fenóis, açúcares redutores, compostos fenólicos, alcaloides e taninos.

Na região de Goiás produzem-se cultivares de soja, espécies susceptíveis á insetos predadores pertencentes ao grupo heteroptera e coleóptera, extratos vegetais do óleo de nim vem sendo testados experimentalmente apresentando resultados inseticidas positivos (MARCOMINI et al., 2009).

Os produtos naturais possuem sinergismo de componentes diferentemente dos produtos comerciais onde suas moléculas atuam sem uma formulação combinada. A resistência de desenvolvimento mais lento para com um produto natural é mais provável de ocorrer (MACEDO et al., 2012)

Desta forma, este trabalho teve como propósito a verificação do efeito alelopático de extratos aquosos em diferentes concentrações da casca de aroeira preta sobre a germinação e crescimento de sementes de repolho (*Brassica oleracea* L.), tomate (*Solanum Lycopersicum* L.), cebola (*Allium Ceppa*) capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e picão-preto (*Bidens pilosa*) em bioensaios laboratoriais, avaliação visual de intoxicação e análise de altura e massa seca das plantas em casa de vegetação utilizando as espécies de repolho (*Brassica oleracea* L.) e sorgo. Realização de prospecção fitoquímica e identificação de substâncias ativas em amostras obtidas de fracionamento líquido-líquido de extrato metanólico da casca utilizando solventes de polaridades diferentes, hexano, acetato de etila e clorofórmio, bem como extração do óleo essencial através de extrator Clevenger com consequente identificação de substâncias ativas.

## 1.1 Alelopatia

As plantas através de vias metabólicas são capazes de sintetizar substâncias químicas e de acordo com as rotas metabólicas de liberação no meio ambiente são capazes de interagir de forma positiva, negativa ou neutra com outras plantas. As características destes compostos podem afetar espécies da mesma comunidade em convívio (PIRES e OLIVEIRA, 2011).

As interações coexistentes entre organismos de mesma vizinhança são definidas por Muller (1969) como interferências. O conceito de interferência é muito amplo sendo assim SZCZEPANSKI (1977) delimitou os diversos mecanismos de interferência, classificando-o em três termos: alelospolia, alelopatia e alelomeadiação;

- i) Alelospolia: denominado também de competição, trata-se da interferência causada pelos organismos, instigado através da redução de um ou mais fatores (luz, água, etc.) que interferem no crescimento podendo assim causar prejuízos para o desenvolvimento normal de organismos e/ou espécies pertencentes a uma mesma comunidade.
- ii) Alelopatia: trata-se da intervenção provocada por substâncias químicas (aleloquímicos) provenientes de organismos vivos que ao serem liberadas no meio ambiente afetam outros componentes da comunidade.
- iii) Alelomeadiação ou interferência indireta: trata-se da interferência de alterações provocadas no ambiente físico ou biológico que afetam diretamente a vizinhança.

O conceito sobre a alelopatia foi primeiramente definido pelo alemão Hans Molish em 1937 como um termo derivado de origem grega onde *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. Molish utilizou esta definição referindo-se a influência de um ser vivo sobre outro, onde pode se prejudicar ou favorecer o segundo, este efeito deve-se aos compostos químicos designados como aleloquímicos que podem ser sintetizados por uma planta e liberados por intermédio dos tecidos vegetais exercendo efeitos de forma direta ou indireta em outro organismo vivo (FERREIRA e AQUILA, 2000).

A definição utilizada por RICE (1984) descreve a alelopatia como qualquer efeito direto ou indireto, lesivo ou benévolo, que uma planta exerce sobre outro ser vivo através da produção de compostos químicos que são liberados no ambiente.

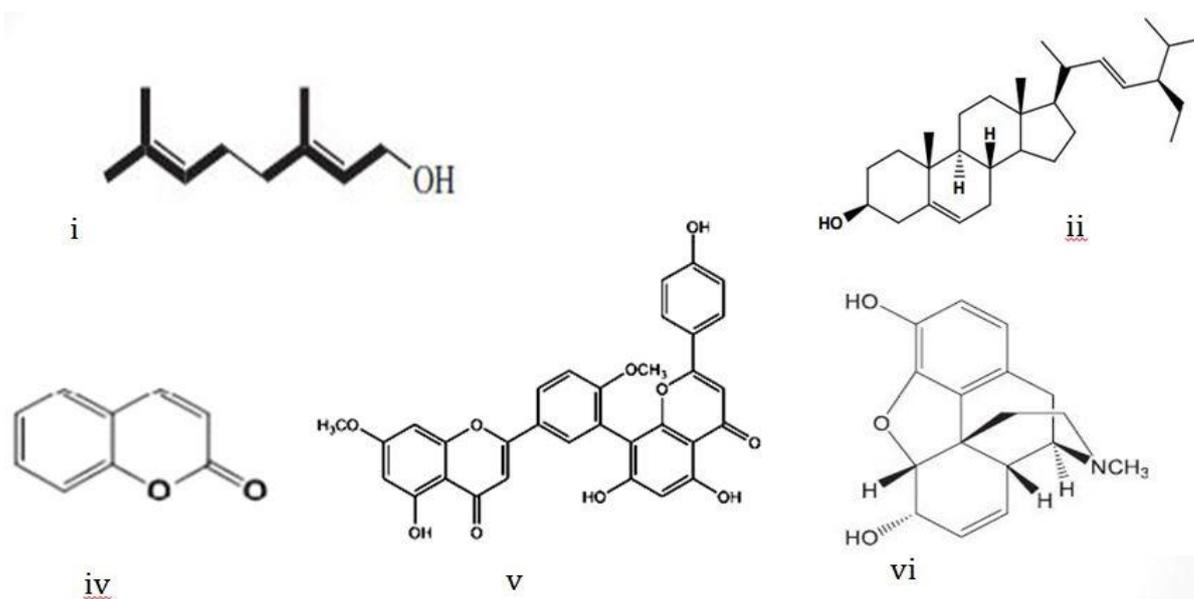
Ao longo dos anos vários outros autores citaram e conceituaram o termo “alelopatia” que atualmente é definida pela International Allelopathy Society como processos que envolvem a produção de metabólitos secundários comumente conhecidos como aleloquímicos produzidos pelas plantas que interferem no crescimento e

desenvolvimento de sistemas biológicos. Estas substâncias ativas são conhecidas como derivados de poliketídeos ou flavonóides ou da junção dos mesmos (DIAS et al., 2005; ALLEM, 2010).

Os aleloquímicos do metabolismo primário possuem funções básicas vitais para a sobrevivência da planta, atuam na divisão, crescimento celular, estocagem, respiração e reprodução. Os compostos do metabolismo secundário atuam como antibióticos, antifúngicos e antivirais protegendo assim as plantas de patógenos com atividades antigerminativas, antimicrobianas ou tóxicas para outras plantas. Alguns destes metabólitos constituem importantes compostos capazes de absorvem a luz ultravioleta evitando que as folhas sejam danificadas (FUMAGALI et al., 2008).

Os mecanismos de defesa provenientes dos metabólitos secundários liberados no meio ambiente- interferem no crescimento de uma ou mais espécies de forma positiva ou negativa incluindo a mesma que sintetiza esse metabólito. Possuem ação na fisiologia das plantas, alterando a permeabilidade das membranas celulares bem como os hormônios responsáveis pelo crescimento, fotossíntese, aberturas estomáticas das plantas, respiração, síntese proteica, metabolismo de lipídeos e ácidos graxos (SOUZA; CARDOSO, 2013; PIRES & OLIVEIRA, 2011).

Estes agroquímicos pertencem a várias classes de metabólitos secundários como terpenos, alcaloides, compostos fenólicos, esteroides, ácidos graxos de cadeia longa e lactonas insaturadas. Através de várias pesquisas realizadas evidenciaram-se características herbicidas naturais, ou seja, os agroquímicos atuam no controle de plantas invasivas que podem nascer espontaneamente em local e momento indesejado e que afetam negativamente a agricultura (DIAS et al., 2005). Na figura 1 são apresentadas algumas estruturas de metabólitos secundários.



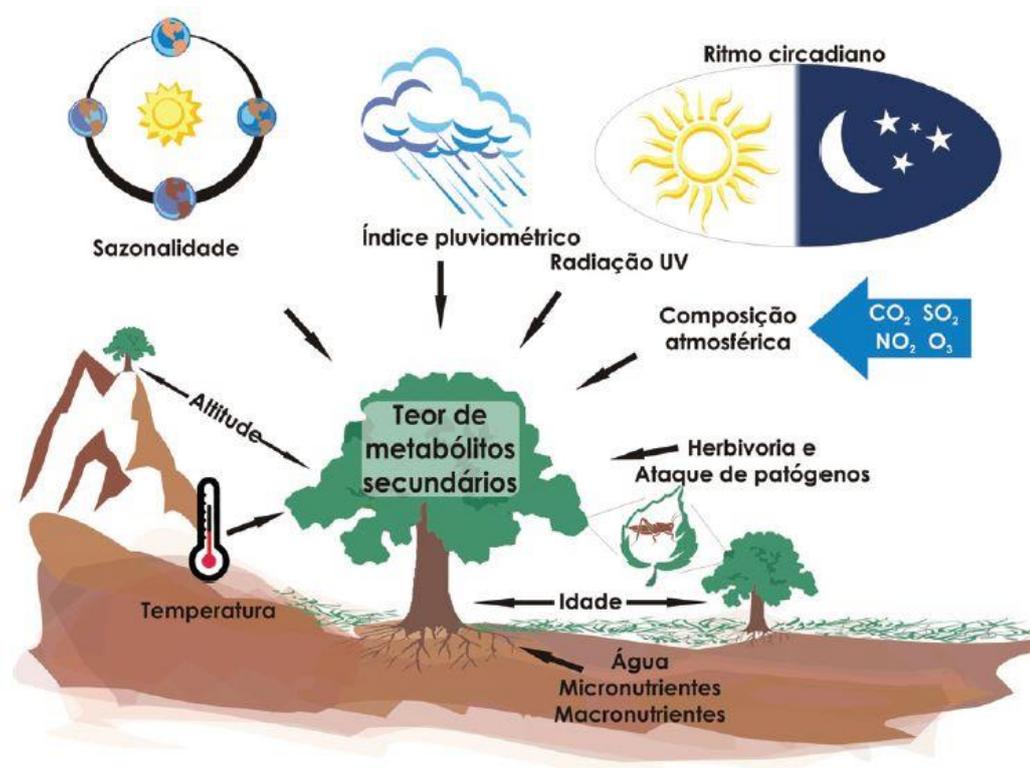
**Figura 1.** i. estrutura de de um monoterpene chamado geraniol. Fonte: PINTO et al., 2002; ii. estrutura do estigmasterol um esteroide pertencente á classe dos metabólitos secundários presentes na composição química da planta guaco *Mikania glomerata*. Fonte: CZELUSNIAK et al., 2012; iii. estrutura química da cumarina presente na composição química da planta guaco *Mikania glomerata* um potente anticoagulante. Fonte: CZELUSNIAK et al., 2012; iv. estrutura da morfina um alcaloide que pode ter o seu acúmulo alterado devido a influência do ritmo circadiano. Fonte: GOBBO-NETO & LOPES, 2007; v. estrutura da ginkgetina flavonoide presente nas folhas da *Ginkgo biloba* Fonte: GOBBO-NETO E LOPES, 2007.

A utilização de herbicidas naturais livre dos efeitos prejudiciais dos herbicidas sintéticos é um importante passo para a agricultura. A alelopatia consiste em um fenômeno que ocorre amplamente na comunidade vegetal em que compostos químicos de certas plantas interferem no desenvolvimento de outras. Quando há quantidades suficientes liberadas no meio os efeitos alelopáticos são perceptíveis podendo ser observado na germinação e no crescimento das plântulas, mas podendo ser ampliado para as sementes, produtividade e microrganismos. Por volta dos anos 80 a investigação na área da alelopatia passou a identificar as espécies que possuíam efeitos positivos, ou seja, com efeitos seletivos benéficos para determinadas espécies (HULLER; SCHOCK, 2011).

Geralmente as primeiras análises de plantas com potencial alelopático são realizadas através do conhecimento empírico (CARMO et al., 2012).

Os efeitos alelopáticos negativos são esperados entre organismos que não possuem histórias evolutivas comuns geralmente são observados entre espécies exóticas introduzidas em novos ambientes onde as plantas locais não possuem estratégias adaptativas específicas para lidar com os aleloquímicos que são liberados no meio através das plantas diferentes (CARMO et al., 2012).

Os aleloquímicos podem estar localizados em todos os tecidos nas plantas, como nas folhas, flores, sementes, rizomas, raízes, caules e frutos. Entretanto, a concentração e quantidade desses compostos nos tecidos vegetais são variáveis dependendo de fatores como a temperatura, luminosidade, variação sazonal, pluviosidade, radiação entre outros de acordo com a figura 2. A forma pelas quais esses compostos químicos são liberados no meio é diversificada e variam entre as espécies vegetais (SARTOR, et al., 2009; TUR, et al., 2010).



**Figura 2.** Principais fatores que podem influenciar na concentração de aleloquímicos presentes nas plantas. Fonte: GOBBO-NETO e LOPES, 2007.

Os metabólitos secundários podem ser liberados no meio por intermédio dos tecidos vegetais por lixiviação, exsudação radicular, volatilização, e decomposição de resíduos

vegetais. Devido a sua instabilidade, esses compostos compostos podem ser rapidamente decompostos logo após a sua liberação.

- **lixiviação:** vários compostos podem ser lixiviados da parte aérea, raízes ou ainda dos resíduos vegetais em decomposição, podendo chegar ao solo. Devido á solubilidade das toxinas em água, as mesmas podem ser lixiviadas de toda parte da planta. Os ácidos orgânicos, os açúcares, aminoácidos, substâncias pécnicas, terpenóides, alcaloides, compostos fenólicos e ácidos giberélico são alguns dos principais compostos lixiviados;
- **volatilização:** a maioria dos compostos volatizados são os compostos aromáticos que são substâncias de difícil detecção, quantificação e identificação. A volatilização destes compostos químicos podem ocorrer nas folhas, flores, caules e raízes e serem absorvidos por outras plantas;
- **exsudação através das raízes:** muitos compostos químicos são liberados através de líquidos viscosos que saem dos poros das plantas, atuando de forma direta ou indiretamente em interações planta/planta e em microorganismos. Devido á liberação destas substâncias quando liberadas no solo é difícil a identificação desses compostos com precisão e quais as substâncias específicas que possuem efeito alelopático;
- **decomposição de resíduos vegetais:** a perda da totalidade das membranas celulares proporciona maior liberação de compostos químicos que impõem toxicidade á comunidade.

Pesquisas para averiguação dos efeitos alelopáticos vêm sendo realizados por meio da aplicação de extratos de plantas em sementes. Entre as técnicas mais comuns para realizar a extração desses aleloquímicos destacam-se a utilização de solventes orgânicos ou água com partes dos vegetais triturados onde estes são submetidos a extração com solventes orgânicos (FELIX 2012).

Para evidenciar o efeito alelopático o procedimento de análise inicial é a técnica de bioensaios para indicar a espécie em estudo (PERIOTTO et al., 2004; LIÃO, 1997).

A seleção de plantas indicadoras para a realização de bioensaios deve ser de acordo com as vantagens de fácil aquisição e alta sensibilidade aos vários componentes aleloquímicos (SOUZA et al., 2007). A característica de germinação rápida em aproximadamente 24h, crescimento sem alterações quando submetidos a diferenças de pH e insensibilidade a potenciais osmóticos de soluções também são relevantes (COELHO et al., 2011).

Os efeitos dos aleloquímicos através da análise da inibição ou o estímulo da germinação de sementes é conduzido em placas de Petri, onde é introduzido o substrato, ou seja, a solução a ser testada, e as sementes, conduzido em temperatura e fotoperíodo ideais para a germinação da espécie selecionada. Além disso, para avaliação do bioensaio se torna primordial a comparação do tratamento com extrato obtido da planta e o tratamento-controle utilizando o solvente da extração. (EMBRAPA, 2011).

## 1.2 *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão e Compostos Biologicamente Ativos

A *M. urundeuva* pertence à família Anacardiaceae que é constituída por 80 gêneros e 800 espécies (PELL et al., 2011). Cerca de 25% de gêneros dessa família são tóxicos e causadores de severa dermatite de contato atribuídas á compostos fenólicos e catecólicos denominados de lipídios fenólicos, esses gêneros compreendem a Anacardiaceae, Rhoaceae e Semecarpeae.

A aroeira preta conhecida cientificamente como *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão pertencente á família Anacardiaceae é uma espécie que pode atingir até 35 metros de altura dependendo da região, a sua madeira é muito utilizada na construção civil trata-se de uma planta decídua, seletiva xerófila e heliófila. (LORENZETI, 1998).

Dentre os gêneros sobre investigação científica, a *Mangifera*, *Rhus* e *Anacardium* se destacam pelo número de investigações referentes á composição química de suas espécies, bem como as atividades biológicas de seus extratos e metabólitos (CORREIA et al., 2006).

O gênero *Mangifera* de origem na Ásia tropical possui 58 espécies e dois subgêneros e entre eles o *Mangifera* (EIADTHONG et al., 1999). A *Mangifera indica* Linn popularmente conhecida como mangueira produz frutos comestíveis, outra espécie pertencente ao gênero da *Mangifera* é designada como mangas selvagens (BALLY, 2006).

A *Mangifera indica* Linn (mangueira) possui como componente de seus extratos a mangiferina. Trata-se de uma glicosilxantona, isômero de cumarina representado na figura 3 (HOSTETTMANN e WAGNER, 1977).

Com a sua ação removedora de radicais livres a *Mangifera indica* Linn possui potente atividade antioxidante, propriedades farmacológicas, função preventiva e terapêutica contra diversificadas doenças (VYAS et al., 2012).

A *Rhus Verniciflua* Stokes é uma planta pertencente á família Anacardiaceae gênero *Rhus* cultivada em países asiáticos utilizada como planta medicinal tratando como exemplo a pressão arterial alta. Sua seiva é utilizada como conservantes e agentes de

revestimento de superfícies como as de madeira, porém a sua utilização como aditivo ou fonte de ingredientes farmacêuticos é limitada devido à substância chamada urushiol conhecida neste gênero de planta como propiciador de irritações, inflamação e provocador de dermatite de contato. Pesquisas estão sendo realizadas através de tratamentos térmicos, extrações com solvente, radiação infravermelho e tratamento enzimático para a remoção desta substância (LIU et al., 2013).

As infecções estafilocócicas são provocadas por estafilococos (bactérias gram-positivas) formando abscessos e furúnculos. A espécie de planta *Anacardium occidentale* L. (castanha de caju) pertence à família Anacardiaceae, o extrato de suas folhas possuem atividades antiestafilocócicas e antibacteriana, em atividades *in vitro*. A sua eficácia dá-se por meio da presença de compostos químicos como as cumarinas e açúcares redutores (AGUILAR et al., 2012).

A utilização da *M. urundeuva* em grandes proporções como planta medicinal favoreceu investigações e descobertas sobre sua composição de quantidades significativas de compostos químicos responsáveis pela sua eficácia como medicamento natural. Possui benefícios medicinais para doenças do sistema respiratório, aparelho geniturinário entre outros. Esta espécie apresenta altas concentrações de compostos fenólicos especificamente os taninos com qualidades terapêuticas e chalconas diméricas responsáveis pela ação analgésica e anti-inflamatória (MONTEIRO et al., 2012).

Taninos encontrados na espécie *M. urundeuva* foram capazes de coibir a formação de biofilme (aglomerados de bactérias envolvidos por uma membrana) devido à sua capacidade de danificar membranas bacteriana, sendo assim comprovou-se propriedades bacteriostáticas devido aos metabólitos secundários presentes em *M. urundeuva* (TRETIN et al., 2013).

Os flavonoides possuem mais de 6000 estruturas identificadas, a sua utilização como um potente agente profilático e terapêutico em muitas doenças têm sido crescente abrangendo assim seus efeitos como anti-inflamatório, antioxidante, antitumoral, antiviral, antiangiogênico, imunomodulador e antimicrobiano. Os efeitos descritos são relacionados a sua capacidade de inibir enzimas e/ou suas propriedades antioxidantes (GRUBESIC, 2013).

Os flavonoides exercem ação anticancerígena através da associação de vários mecanismos como antiproliferação, inativação carcinogênica, interrupção do ciclo celular, indução da apoptose, resistência reversa de múltiplas drogas e inibição da angiogênese (GIBELLINE et al., 2011; CHAHAR et al., 2012).

Doenças como o câncer, a AIDS e artrite podem ocorrer devido a danos causados em detrimento das formas de oxigênio extremamente reativas designadas “espécies reativas do oxigênio” ou EROS (DEGASPARY, 2004).

Comprova-se que a presença de compostos alelopáticos na *M. urundeuva* e que podem influenciar na germinação ou desenvolvimento de plântulas. A ocorrência de substâncias com propriedades alelopática em extrato metanólico de cascas de *M. urundeuva* provocou decréscimo acentuado da germinação e crescimento de plântulas de alface, repolho e tomate (SILVA, 2013).

Extratos metanólicos das folhas e cascas do caule de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All apresentaram potencial alelopático em bioensaios e teores significativos de compostos fenólicos com atividade antioxidante expressiva (VIEIRA, 2013).

Estudos realizados pela Universidade Federal Rural de Pernambuco verificaram a presença de grupos metabólicos presentes em extratos das folhas e caule da aroeira preta utilizando a técnica por cromatografia de camada delgada com fases móveis e reveladores específicos. Foi realizada a determinação histoquímica da planta onde foram identificados compostos denominados como: flavonóides, monoterpenos e sesquiterpenos, esteróides, proantocianidinas condensadas, leucoantocianidinas e triterpenos nos extratos da *M. urundeuva*. Os grupos de metabólitos secundários se encontram relacionados diretamente com a proteção que a planta possui contra os seus invasores como o dessecamento e ataque de animais (JÚNIOR et al., 2003).

Em estudo realizado por COUTINHO e COLABORADES (1999) onde extratos hidroalcoólicos de cascas secas e moídas diminuíram a ocorrência de alguns fungos presentes em sementes de feijoeiro e interferiram inibindo o processo de germinação, mas seus efeitos foram mais eficazes quando misturados a fungicidas (COUTINHO et al., 1999).

Os insetos como os cupins são capazes de promover severos danos em madeiras. A presença de lectinas (proteínas) foi detectada em extratos de cerne em *M. urundeuva* que possui como característica a térmito resistência. O efeito dos extratos foi investigado em avaliações termiticida e de repelência sobre *Nasutitermes corniger* uma espécie de cupins arborícolas. O ensaio de repelência indicou a não indução do efeito de rejeição, porém observou-se grande mortalidade de térmitas quando em contato com a lectina isolada dos extratos indicando a possibilidade da utilização deste peptídeo bioativo para ajudar a resistência do cerne de *M. urundeuva* contra cupins (SÁ et al., 2008).

Atividades termiticidas de lectinas presentes na *M.urundeuva* foram evidenciadas devido a efeito antibacteriano em bactérias simbióticas presentes no intestino de *Nasutitermes corniger* (NAPOLEÃO et al., 2011).

Há plantas que conseguem sintetizar estruturas muito complexas, entre as classes de compostos químicos com esta característica se destacam os terpenóides. Por possuírem essas classes de fitoquímicos geralmente estas plantas apresentam atividade inibitória sobre outras espécies seja animal ou vegetal (PUPO et al 2002).

### 1.3 Identificação de classes de metabólitos e substâncias ativas

Faz-se relevante o conhecimento prévio das classes de compostos químicos presentes em espécies vegetais para promover o direcionamento de sua utilização. A identificação pode ser realizada por meio de métodos simples de investigação a métodos mais sofisticados para a identificação destes compostos, uma alternativa é a prospecção fitoquímica, trata-se de um método químico rápido e de baixo custo para identificar as classes de metabólitos secundários presentes no material vegetal (LÔBO et al., 2010; BESSA et al., 2007).

- A quantidade de material vegetal utilizado para os testes fitoquímicos é pequena, mas é o suficiente para analisar a presença de compostos químicos. Sendo possíveis várias análises de partes diferentes da mesma planta separadamente. Os principais grupos de constituintes químicos micromoleculares de origem vegetal que podem ser detectados com a utilização de uma análise fitoquímica são os seguintes de acordo com MATOS (1997):

- Ácidos fixos fortes;
- Ácidos fixos fracos;
- Ácidos graxos;
- Alcalóides;
- Antocianidinas;
- Antocianinas;
- Antranóis;
- Auronas;
- Bases quaternárias;
- Catequinas;
- Chalconas;
- Cumarina;
- Esteróides;
- Fenóis simples;
- Flavonas;
- Flavonóis;
- Flavanonas;
- Flavanonóis;

- Glicerina;
- Heterosídeos cianogênicos;
- Leucoantocianidinas;
- Quinonas;
- Resinas;
- Saponinas;
- Taninos catéquicos;
- Taninos pirogálicos;
- Triterpenóides;
- Xantonas.

A prospecção fitoquímica designa-se como a investigação da presença de substâncias naturais que são produzidas através do metabolismo secundário dos organismos vivos. Os metabólitos produzidos pelas plantas podem ser classificados em primários e secundários. O nascimento, crescimento, reprodução, envelhecimento, doenças e morte são características asseguradas e controladas através de reações químicas que são recorrentes da presença destes compostos. Esse tipo de atividade pode contribuir para o desenvolvimento sustentável de uma nação criando um ambiente onde se pode assegurar a manutenção da saúde e até a cura de doenças. O metabolismo primário trata das substâncias envolvidas nas funções básicas essenciais a sobrevivência das plantas como a respiração e biossíntese de aminoácidos e outras substâncias que são necessárias para a vida da célula. Os metabólitos secundários são produzidos especificamente por cada espécie e participam das interações intra e intercelular, realizando os ajustes necessários para manter a sobrevivência em condições ambientais favoráveis (FILHO, 2010).

As pesquisas direcionadas as plantas nativas do cerrado são escassas em relação ao conhecimento científico dos compostos bioativos produzidos por este bioma, o qual, embora tenha a maior diversidade vegetal do mundo e contenha a maioria das plantas com amplo conhecimento popular, apresenta um crescimento de apenas 8% do número de informações a seu respeito. A pesquisa fitoquímica é muito importante principalmente quando não há estudos sobre as espécies, possuindo como objetivo o conhecimento dos compostos químicos das espécies vegetais e a avaliação da sua presença nos mesmos sendo possível a identificação de grupos de metabólitos secundários úteis. (BESSA et al., 2007).

Para identificar os compostos químicos presentes em amostras utiliza-se a técnica de espectrometria de massas, esta análise é realizada obtendo a informação do peso molecular e de características estruturais da amostra (BALL, 2006). Um espectrômetro de massas combina as vantagens da cromatografia (alta seletividade e eficiência de separação) com as vantagens da espectrometria de massas (obtenção de informação estrutural, massa molar e aumento adicional da seletividade) (CHIARADIA et al., 2008).

## 2- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Y.M.; RODRÍGUEZ, F.S.; SAAVEDRA, M.A.; ESPINOSA, R.H.; YERO, O. M. Metabolitos secundários y actividad antibacteriana n vitro de extractos de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. v. 17, n.4, p.320-329, 2012.

ALI, M.S.; RAVIKUMAR, S.R.; BEULA, J.M. Bioactivity of seagrass against the dengue fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** p. 570-573, 2012.

ALLEM, L. N. Atividade alelopática de extratos e triturados de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) sobre o crescimento inicial de espécies alvo e identificação de frações ativas através de fracionamento em coluna cromatográfica. 2010 84f. (Dissertação), Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2010.

BALLY, I. S. E. **Mangifera indica (mango)**, p.25 ver.3.1. In: Elevitch, C.R. (ed). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. 2006.

BAKIRCI, G.T.; ACAY, D.B.Y.; BAKIRCI, F; OTLES, S. Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. **Food Chemistry**, v.160, p.379-392, 2014.

BERGER, A.P.A.; RANAL, M.; LOPES, S.W.; DORNELES, M.C.; SANTANA, D.G.; PEREIRA, R.S. Emergência de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) do vale do Rio Araguari, MG. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, sup. 2, p. 1029-1031, 2007.

BESSA, T.; TERRONES, M.G.H.; SANTOS, D.Q. **Avaliação fitotóxica de metabólitos secundários da raiz de *Cenchrusechinatus***. Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução normativa de setembro de 2008**. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom\\_boletins/\\_arquivos/83\\_19092008034949.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf) Acesso em: 10 maio. 2015.

CECÍLIO, B. A.; FARIA, B.D.; OLIVEIRA, C.P.; CALDAS, S.; OLIVEIRA, A.D.; SOBRAL, G.E.D.; DUARTE, R.G.M.; MOREIRA, S.P.C.; SILVA, C.G.; ALMEIDA, L.V. **Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus**. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 141, p.975-981, 2012.

- CELUSNIAK, K.E.; BROCCO, A.; PEREIRA, D.F.; FREITAS, G.B.L. Farmacobotânica, fitoquímica e farmacologia do Guaco: revisão considerando *Mikania glomerata Sprengel* e *Mikania laevigata Schulyz Bip. Ex Baker*. **Revista de Plantas Mediciniais**. Botucatu – SP, v.14, n.2, p.400-409, 2012.
- CHARAR, M.K; SANJAYA, K.D.S.; LOKESH, T.; MANOHARA, K.P.; *In vivo* antioxidant and immunomodulatory activity of mesuol isolated from *Mesua ferrea* L. seed oil. **International Immunopharmacology**. v.13, p.386-391, 2012.
- CHAVES, M.C.; SANTOS, F.A; MENEZES, A.M.S.; RAO, V.S.N. Experimental evaluation of Myracrodruon urundeuva bark extract for antidiarrheal activity. *Phytotherapy Research*, v. 12, n.1, p.549-552, 1998.
- COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; OLIVEIRA, A.K.; DIOGENES, F.E.P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n.1, p. 108-111, 2011.
- COUTINHO, W.M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F.H.L. Efeitos de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas benomyl e captan sobre a microflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Agrotécnica**, v.23, n.3, p.560-568, 1999.
- DEGASPARY, C.H.; WASZCZYNSKY N. Antioxidant proprieties of phenolic compounds. *Visão Acadêmica*. v.5, n.1, p.33-40.
- DIAS, J.F.G.; CIRIO, G.M.; MIGUEL, M.D.; MIGUEL, O.G. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss, Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 220-223, 2005.
- EIADTHONG, W; YONEMORI, K; SUGIURA, A; UTSUNOMIYA, N; SUBHADRABANDHU, S. Analysis of phylogenetic relationships in Mangifera by restriction site analysis of na amplified region of DNA. **Agriculture, Biology & Environmental Sciences**. v. 80, n.3-4, p.145-155, 1999.
- FELIX, R. A. Z. **Efeito alelopático de extratos de *Amburana cearensis* (fr. all.) a.c. Smith sobre a germinação e emergência de plântulas**. 2012 88f (Tese) Instituto de Biociencias na Universidade Estadual Paulista-Unesp, Botucatu-SP.
- FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V.L.; SANS, A.L.M.; GOMES, M.A.F.; FERREIRA, C.J.A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial esubterrânea na região de Guairá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 659-667, 2002.

- FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R.A.C.; SILVA, M.F.P.M.; VIDOTI, G.J.; OLIVEIRA, A.J.B. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, cap.4, p.627-641, 2008.
- GONÇALVES, A.H.; SILVA, J.B.; LUNKES, J.A. Controle da tiririca (*Cyperusrotundus*) e efeito residual sobre acultura do feijão do herbicida imazapyr. **Planta Daninha**, v. 19, p. 435-443, 2001.
- GIBELLINE, L.; PINTI, M.; NASI, M.; MONTAGNA, J.P.; DE BIASI, S.; ROAT, E.; BERTONCELLI, L.; COOPER, E.L.; COSSARIZZA, A. Quercetin and câncer chemoprevention. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. V.2011, article ID 591356 15 pages.
- GRUBESIC, R.J.; SRECNIB, G.; KREMER, D.; RODRIGUEZ, J.V.; NIKOLIC, T.; VLADIMIR, K.S.; Simultaneous RP-HPLC-DAD separation, and determination of Flavonoids and phenolic acids in plantago L. Species. **Journal Chemical Biodiversity**. v.10, n.7, p.1305-1316, 2013.
- HOSTETTMANN, K.; WAGNER, H. Xanthone glycosides. **Phytochemistry**., v.16, p. 821-829, 1977.
- INOUE, M.H.; SANTANA, D.C.; SOUZA FILHO, A.P.S.; POSSAMAI, A.C.S.; SILVA, L.E.; PEREIRA, M.J.B.; PEREIRA, K.M. Potencial alelopático de *Annona crassiflora*:Efeitos sobre Plantas Daninhas. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.489 - 498, 2010.
- LAW, S.E. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during de 20<sup>th</sup> century. **Journal Electrostat**, v. 51/52, p. 25-42, 2001.
- LIU, C.S.; NAM, T.G.; HAN M.W.; AHN, S.M.; C,H.S.; KIM, T.Y.; CHUN, O.K.; KOO, S.I.; KIM, D.O. Protective Effect of Detoxified *Rhus verniciflua* stokes on human keratinocytes and dermal fibroblasts against oxidative stress and identification of the bioactive phenolics. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**. v. 77, n.8, p.1682-1688, 2013.
- LIÃO, L.M. **Alcaloides Sesquiterpênicos Piridínicos e Triterpenos Quinonametídeos Degradados de *Salacia campestris* (Hippocrateaceae)**. 1997. 183f. (Tese) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MACEDO, I.T.F.; BEVILAQUA, C.M.L.; OLIVEIRA, L.M.B.; VASCONCELOS, A. L. F.; MORAIS, S.M.; MACHADO, L.K.A.; RIBEIRO, W.L.C. *In vitro* of Lantana

câmara, *Alpinia zerumbet*, *Mentha villosa* and *Tagetes minuta* decoctions on *Haemonchus contortus* eggs and larvae. **Veterinary Parasitology**. n.190, p. 504-509, 2012.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; LINS NETO, E.M.F.; ARAÚJO, E.L. & AMORIM, E.L.C. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. **Journal of Ethnopharmacology**, v.105, p. 173-186, 2006.

MONTEIRO, M.J.; ELCIDA, A.L.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P.; Valuation of the Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) perspectives on conservation. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.1, p.125-132, 2012.

MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A.; QUEIROZ, C.R.A.A. Studies on polyphenols and lignina of *Astronium urundeuva* wood. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.10, p.447-452, 1999.

NAPOLEÃO, T.H.; GOMES, F.S.; LIMA, T.A.; SANTOS, N.D.L.; SÁ, R.A.; ALBUQUERQUE, A.S.; COELHO, L.C.B.B.; PAIVA, P.M.G. **International Biodeterioration e Biodegradation**. vol.65, p.52-59, ano 2011.

NEIS, J.; CRUZ-SILVA, C.T.A.; Alelopatia de folhas de *Coleus barbatus* sobre o desenvolvimento de sementes de trigo. **Cultivando o saber**, v.6, n.2, p.122-134, 2013.

PERIOTTO, F; PEREZ, S.C.J.G. DE A., LIMA, M.I.S. **Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L.** Acta Botânica Brasília, v.18, n.3, p.425-431, 2004.

PIRES, N.M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia In: JUNIOR, R.S.O.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e Manejo de plantas daninhas**. Ed. Omnipax, Curitiba, p. 95-123, 2011.

PUPO, M.T.; ADORNO, M.A.T.; VIEIRA, P.C.; FERNANDES, J.B.; SILVA, F.G.F.; PIRANI, J.R.; Terpenoids and Steroids from *Trichilia* Species. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.13 n.3, p.382-388, 2002.

QUEIROZ, C.R.A.A.; MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 485-492, 2002.

SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; CHINI, N.; MARTIN, T.N.; MARCHESE, J.A.; SÁ, R.A.; NAPOLEÃO, T.H.; SANTOS, N.D.L.; GOMES, F.S.; ALBUQUERQUE, A.C.; XAVIER, H.S.; COELHO, L.C.B.B.; BIEBER, L.W.; PAIVA, P.M.G. Induction of

mortality on *Nasutitermes corniger* (Isoptera Termitidae) by *Myracrodruon urundeuva* heartwood lectin. **International Biodeterioration e Biodegradation**. v. 62, p. 460-464, 2008.

SILVA, A.A. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Ed.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 189-248.

SOARES, A.B. Alelopátia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.6, 2009.

SOUZA, V.M.; CARDOSO, S.B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L.(alface) e *Phaseolus vulgaris* L. (feijão). **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**. Avaré – SP, v.03 n.02, p.01-06, 2013.

TUR, C.M.; EMANUELA, G.M.; AUMONDE, T.Z.; VILLELA, F.A. Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 4, p. 521-525, 2012.

TRETIN, D.S.; SILVA, D.B.; AMARAL, M.W.; ZIMMER, K.R.; SILVA, M.V.; LOPES, N.P.; GIORDANI, R.B.; MACEDO, A.J. Tannis possessing bacteriostatic effect impair pseudomonas aeruginosa adhesion and biofilm formation. **Public Library of Science**. São Francisco – Califórnia – EUA, v.8 n.6, p.66.

VIANA, G.S.B.; BANDEIRA, M.A.M.; MOURA, L. C.; SOUZA-FILHO, M.V.P.; MATOS, F. J. A.; RIBEIRO R. A. Analgesic and anti-inflammatory effects of the tannin fraction from *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Phytotherapy Research**, v. 11, p. 118-122, 1997.

VIVIAN, R.; QUEIROZ, M.E.L.R.; JAKELAITIS, A.; GUIMARÃES, A.A.; REIS, M.R.; CARNEIRO, P.M.; SILVA, A.A. Persistência e lixiviação de ametryn e trifloxysulfuron-sodium em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v. 25, p. 111-124. 2007.

VYAS, A; SYEDA, K; AHMAD, A; PADHYE, S; SARKAR, F.H. Perspectives on Medicinal properties of Mangiferin. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, n.5, v.12, p.412-25, 2012.

## OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo do projeto foi avaliar a atividade alelopática dos extratos aquosos da casca de *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão através de bioensaios bem como investigação fitoquímica e identificação de substâncias ativas presentes em extratos aquosos e óleo essencial do material em estudo.

### 2.2 Objetivos específicos

- Realizar extração aquosa da casca da aroeira preta;
- Analisar a atividade alelopática em laboratório sobre espécies de cebola, tomate, repolho, picão preto e brachiaria por meio de bioensaios;
- Analisar a atividade alelopática em condição de casa de vegetação sobre espécies de sorgo e repolho;
- Realizar prospecção fitoquímica;
- Fracionar o extrato metanólico através de partição líquido-líquido em solvente de polaridade crescente, tais como hexano, diclorometano e acetato de etila;
- Extrair óleo essencial através de extrator de Clevenger para determinação da composição;
- Submeter amostras brutas da partição líquido-líquido e óleo essencial a análise de cromatografia gasosa.

**HERBICIDA NATURAL DERIVADO DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.**

Andressa Rossi da Silva <sup>(1)</sup>, João Pedro Lopes do Nascimento <sup>(1)</sup>, Manoel Aguiar Neto Filho <sup>(1)</sup>, Adriano Jakelaitis <sup>(1)</sup>, Luiz Claudio Barbosa <sup>(2)</sup> e Carlos Frederico de Souza Castro <sup>(1)</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde Goiás, Av. Sul Goiânia, Km 1, Zona Rural, CEP 75901-970 Rio Verde, GO, Brasil. E-mail: rossi\_andressa@hotmail.com, hp.L.n13@gmail.com, manuel-aguiar@hotmail.com, ajakelaitis@yahoo.com e carlosfscastro@gmail.com.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa - Campus Universitário Viçosa Minas Gerais, Av. Peter Henry Rolfs, CEP 36570-900 Viçosa, MG, Brasil. E-mail: lcab@outlook.com.

**RESUMO** - O objetivo do presente projeto compreendeu a investigação do potencial herbicida através de atividade alelopática de extratos aquosos da casca de *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão em laboratório e casa de vegetação, em concentrações de 100%, 50%, 25% e 0% (branco) em quadruplicata, investigação fitoquímica, identificação de substâncias ativas por fracionamento líquido com solventes de diferentes polaridades e extração de óleo essencial por extrator de Clevenger, onde as amostras foram submetidas a cromatografia gasosa. Dados dos bioensaios laboratoriais apresentaram alterações significativas entre elas a inibição do picão preto ( $27,0 \pm 6,8b$ ) no percentual de germinação em 100%, índice de velocidade de germinação no tomate ( $26,8 \pm 0,8c$ ) em 50%, estímulo no desenvolvimento da radícula do repolho ( $15,6 \pm 7,9a$ ) e cebola ( $3,1 \pm 3,5b$ ) em 50% e inibições para brachiaria ( $16,9 \pm 10,8b$ ) em 100%. A altura das plantas de sorgo ( $38,9 \pm 6,3a$ ) foi estimulada em pré-emergência/terra em 50% e sobre repolho ( $2,3 \pm 0,7a$ ) em areia, não apresentando nenhum nível de fitotoxicidade. Através de testes qualitativos a prospecção fitoquímica detectou saponinas, fenóis, taninos hidrolisáveis e catequinas. Amostras obtidas da extração do óleo essencial e fracionamento líquido de extrato metanólico foram submetidas á cromatografia gasosa destacando quantidades significativas de esteroides como o  $\gamma$ -sistosterol, obtusifoliol, isolongifolan-8-ol e presença de ésteres metílicos como o ácido elaídico e ácido araquídico no óleo essencial. A *M. urundeuva* apresenta efeitos alelopáticos reproduzidos em bioensaios bem como quantidades significativas de metabólitos secundários.

Termos para indexação: atividade alelopática, herbicida, *Myracrodruon urundeuva*, bioensaios, identificação.

## HERBICIDE NATURAL DERIVATIVE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate allelopathic activity of aqueous extracts of the bark of *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão in laboratory and greenhouse at 100% concentration, 50%, 25% and 0% (white) in quadruplicate, phytochemical research, identifying active substances with liquid fractionation with solvents of different polarities and extraction of essential oil extractor by Clevenger, where the samples were analyzed by gas chromatography. Laboratory bioassay data showed significant changes including the inhibition of black picão ( $27.0 \pm 6,8b$ ) the germination percentage in 100% germination speed index in tomatoes ( $26.8 \pm 0,8c$ ) in 50% , stimulus in the radicle of the cabbage ( $15.6 \pm 7,9a$ ) and onions ( $3.1 \pm 3,5b$ ) by 50% and inhibitions brachiaria ( $16.9 \pm 10,8b$ ) at 100%. The height of the sorghum plants ( $38.9 \pm 6.3A$ ) was stimulated in preemergence / land on cabbage and 50% ( $2.3 \pm 0.7A$ ) sand, presenting no fitoxidade level. Through qualitative tests the phytochemical screening detected saponins, phenols, hydrolysable tannins and catechins. Samples obtained from the essential oil extraction and liquid fractionation of methanol extract were submitted will gas chromatography highlighting significant amounts of steroids such as  $\gamma$ -sitosterol, estigmast-5-en-3-ol and ( $5\beta$ ) pregnane-3,11,20- trione and presence of methyl esters such as acid and elaidic acid aquídico the essential oil. AM urundeuva has allelopathic effects played in bioassays as well as significant amounts of secondary metabolites.

Index terms: allelopathic activity, *myracrodruon urundeuva*, bioassays, ID.

### Introdução

As perspectivas para aprimoramento da qualidade de herbicidas, buscando uma elevação da rentabilidade de lavouras é parte intrínseca da pesquisa em busca de novos compostos que possuam propriedades específicas (BESSA et al., 2007).

O emprego de agroquímicos no controle de pragas agrícolas ou plantas indesejáveis coíbe a destruição de culturas alimentares, restabelecendo as suas características. É de grande preocupação mundial o aumento gradativo de plantas infestantes, pois a crescente utilização dos herbicidas, bem como o seu modo de utilização, constituem fatores responsáveis pela degradação ambiental (BAKIRCI et al., 2014).

Assim, o uso indiscriminado e descontrolado dos herbicidas pode ocasionar danos significativos às culturas subsequentes, á fauna, flora e equitativamente interferem na qualidade de águas superficiais e subterrâneas (SILVA et al., 1999; GONÇALVES et al., 2001; FILIZOLA., et al 2002).

Extratos de plantas estão sendo investigados, devido às suas substâncias químicas bioativas tornando-se uma excelente fonte para a obtenção de herbicidas naturais (ALI et al, 2012).

O cerrado brasileiro dispõe de ampla variedade de espécies arbóreas nativas com aplicações diversificadas como a *Myracrodruon unundeuva* Freire Allemão, pertencente á família Anarcadeaceae e difundida em todo o território nacional. (MONTEIRO et al., 2012).

A ocorrência de substâncias com propriedades alelopática em extrato metanólico de cascas de *M. urundeuva* causou decréscimo acentuado de percentual de germinação e crescimento de plântulas de alface, repolho e tomate (SILVA, 2013). Extratos metanólicos das folhas e cascas do caule de *M. urundeuva* Fr. All apresentaram

potencial alelopático em bioensaios de laboratórios e com teores significativos de compostos fenólicos evidenciando atividade antioxidante expressiva (VIEIRA, 2013).

O objetivo do presente trabalho compreendeu a avaliação do potencial herbicida através de análise alelopática do extrato aquoso da *M. urundeuva* Freire Allemão, através de bioensaios laboratoriais e casa de vegetação, bem como a investigação fitoquímica e identificação de substâncias presentes na mesma.

### Material e Métodos

O material vegetal das cascas do caule de *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão foi coletado no campus da Universidade de Rio Verde através das coordenadas: S 17° 46' 29,6"W 50° 57' 34,8" na fazenda Fontes do Saber, localizada na região da cidade de Rio Verde – GO. A identificação dessa espécie foi registrada no Herbário Jataiense Germando Guarim Neto, da Universidade Federal de Goiás (Exsicata HJ 5612). O material da casca coletada foi submetido á secagem em estufa com circulação de ar forçada, por 48 horas sob temperatura de 40°C e, em seguida, o material foi triturado em moinho de facas até a obtenção de um pó fino. O extrato aquoso para os bioensaios em casa de vegetação e laboratório foi obtido por infusão, utilizando a proporção de 250g de material vegetal para 1 litro de água destilada fervente. As cascas ficaram submersas por 10 minutos em um recipiente fechado e após filtragem rota evaporou-se obtendo o extrato aquoso bruto. A avaliação da capacidade alelopática foi realizada por meio de bioensaios laboratoriais e em casa de vegetação tendo como solução de referência o extrato aquoso bruto da casca do caule da aroeira preta nas diluições de 100%, 50%, 25% e 0% (controle negativo).

Os bioensaios laboratoriais para análise do percentual de germinação e índice de velocidade de germinação foram realizados através de testes de germinação, utilizando placas de Petri previamente esterilizadas (nove cm de diâmetro), cada placa foi forrada com folha de papel filtro e adicionou-se 1 mL das soluções diluídas dos extratos aquosos e branco (controle negativo) sendo umedecidas com 2 mL de água destilada a cada dia. Foram utilizadas sementes das espécies de repolho (*Brassica oleracea* L.), tomate (*Solanum Lycopersicum* L.), cebola (*Allium Ceppa*) e das espécies de plantas daninhas capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e picão-preto (*Bidens pilosa*). Todos os bioensaios foram realizados em 5 dias em quadruplicata e 25 sementes em cada placa. O bioensaio foi mantido em câmara de germinação a 25°C com fotoperíodo de 12 horas. Foi realizada a contagem das sementes germinadas do 1° dia ao 5° dia do bioensaio.

Para a avaliação do desenvolvimento das plântulas, foram selecionadas 10 plântulas pré-germinadas em água destilada (3 dias de germinação) para cada placa de petri (triplicata). A avaliação do desenvolvimento das raízes e dos hipocótilos foi realizada após 120 h com a metragem das partes referidas, utilizando como auxílio um paquímetro digital. Todos os dados foram processados no programa estatístico Assistat com delineamento linear e aplicado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os bioensaios em casa de vegetação climatizada corresponderam à aplicação dos extratos aquosos da *M. urundeuva* em pré e pós-emergência por quadruplicata e delineamento em blocos casualizado. As sementes de plantas-testes selecionadas foram o repolho (*Brassica oleracea* L.) e o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Utilizaram-se os substratos solo (Latosolo Vermelho distrófico) e areia considerada substrato inerte. O solo coletado apresentou características químicas como: pH CaCl<sub>2</sub> = 5,6; P (mg dm<sup>-3</sup>) = 22,8; S = 9,1 (mg dm<sup>-3</sup>); K = 190 (mg dm<sup>-3</sup>); Ca = 5,98 (cmol dm<sup>-3</sup>); Mg = 1,80 (cmol dm<sup>-3</sup>); Al<sup>3+</sup> = 0,02 (cmol dm<sup>-3</sup>); H + Al = 2,80 (cmol dm<sup>-3</sup>); Mo = 24,5 (g

$\text{dm}^{-3}$ ); SB = 8,28 ( $\text{cmol dm}^{-3}$ ); CTC = 11,08 ( $\text{cmol dm}^{-3}$ ); V = 74,7(%); m = 0,2 (%); B = 0,25 ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); Na = 2,00 ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); Cu = 2,15 ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); Fe = 12( $\text{mg dm}^{-3}$ ),94; Mn = 48,19 ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); Zn = 10,65 ( $\text{mg dm}^{-3}$ ); Argila = 41 (%); Silte = 13 (%); Areia = 46 (%). A areia peneirada (0,05 mm a 2 mm) foi lavada em água corrente, para retirada das impurezas; e posteriormente realizou-se a sua lavagem em ácido sulfúrico diluído (10%), por 24 horas. Em seguida, procedeu-se novas lavagens do material em água corrente, até completa eliminação do resíduo ácido, seguido pela correção do pH final para neutralidade, por meio da adição controlada de solução de hidróxido de sódio.

A areia foi seca em estufa, a 150°C. O solo foi coletado e peneirado retirando assim todas as impurezas. Potes plásticos de 250 ml de capacidade foram preenchidos com 200g dos substratos solo e areia separadamente recebendo assim as sementes e os extratos através de aplicação por meio de pulverizador manual. Após a montagem do ensaio adicionou-se diariamente quantidade de água suficiente mantendo-se sempre a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Em pré-emergência foram realizadas avaliações de intoxicação 5 dias após a germinação das sementes, com uso de uma escala percentual de notas, variando entre 0 (zero) e 100 (cem), em que 0 implica ausência de quaisquer injúrias e, 100, a morte da planta. Em pós-emergência aplicou-se os extratos após 5 dias de germinação e a avaliação de intoxicação foi realizada após 5 dias da aplicação do extrato bruto e após 5 dias os potes contendo as plantas foram desbastados, restando apenas 5 unidades para a realização das avaliações. Em ambos os casos as avaliações de intoxicação se estenderam até os vinte e um dias após a primeira avaliação visual, por conseguinte a altura média de plantas e matéria seca total foi avaliada ao fim dos 21 dias, sendo essa última determinada após secagem em estufa (72 h, a 75 °C) (ALAM, 1974). Os dados foram submetidos à Anova e a testes de comparações múltiplas por Tukey a 5% de significância estatística.

A prospecção fitoquímica foi realizada de acordo com a metodologia do Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais MATOS (1997), indicando a presença de possíveis classes de metabólitos. Para a avaliação da presença de saponinas dissolveu-se alguns miligramas do extrato alcoólico seco em 5 mL de água destilada. Em seguida, diluiu-se para 15 mL e agitou vigorosamente durante 2min em tubo fechado. Assim a presença de camada de espuma estável por mais de meia hora foi considerado como resultado positivo para saponina espumídica. Para os açúcares redutores dissolveu-se alguns miligramas do extrato seco em 5 mL de água destilada, filtrou-se e adicionou 2 mL do reativo de fehling a e 2 mL do reativo de fehling b. Aqueceu em banho maria em ebulição durante 5min o aparecimento de um precipitado vermelho tijolo, indica presença de açúcares redutores. Dissolveu-se alguns miligramas do extrato seco em 5mL de água destilada. Filtrou-se e adicionaram duas gotas de lugol, o aparecimento de coloração azul indica resultado positivo para polissacarídeos. Para os fenóis e taninos dissolveu-se alguns miligramas de extrato seco em 5 mL de água destilada, filtrou e adicionou-se I a II gotas de solução alcoólica de  $\text{FeCl}_3$  a 1%. Mudança na coloração ou formação de precipitado é indicativo de reação positiva, quando comparado com o teste em branco (água + Sol. de  $\text{FeCl}_3$ ). A coloração inicial entre o azul e o vermelho, é indicativa da presença de fenóis, quando o teste em branco for negativo. Quando o precipitado é escuro de tonalidade azul, indica presença de taninos pirogálicos (taninos hidrolisáveis) e verde, presença de taninos catéquicos.

O teste para a classe de flavonóides foi realizado dissolvendo alguns miligramas do extrato seco, em 10 mL de metanol, sendo filtrado e adicionou-se V gotas de HCl concentrado e raspas de Magnésio. O surgimento de uma coloração rósea na solução indica reação positiva. Em uma cápsula de porcelana foram adicionados alguns miligramas considerável do extrato seco, III gotas de solução de HCl 6N e duas gotas de

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentrado (30%). Evaporou-se em banho maria e houve a formação de um resíduo corado de vermelho. Foi adicionado III gotas de solução de NH<sub>4</sub>OH 6N e o surgimento de coloração violeta indicou reação positiva para a classe de metabólitos das purinas. O teste para catequinas foi realizado dissolvendo alguns miligramas do extrato seco em 3 mL de Metanol. Filtrou-se e adicionou 1 mL de solução aquosa de Vanilina a 1% e 1 mL de HCl concentrado, o surgimento de uma coloração vermelha intensa indicou a reação positiva. Os derivados da cumarina foram evidenciados ao dissolver alguns miligramas do extrato seco em 5mL de éter etílico, concentrou em banho maria até 0,5mL. Em papel filtro, aplicou-se gotas da solução etérea, de modo a formar duas manchas de aproximadamente 1 cm de diâmetro cada. A uma destas, juntou-se 1 gota de solução de NaOH a 1N. A metade da mancha foi coberta com papel escuro, e exposto a outra metade à luz ultravioleta. A fluorescência azul na parte exposta da mancha indica reação positiva (BARBOSA, et al., 2004).

Cerca de 100 g da casca moída da aroeira preta foram submetidas à infusão em 100 mL de metanol aquecido por 10 minutos. A mistura resultante foi filtrada e o extrato metanólico submetido ao fracionamento líquido-líquido, seguida de destilação sob pressão reduzida para eliminação dos solventes, em evaporador rotativo. Os solventes utilizados foram hexano, clorofórmio e acetato de etila.

Extração do óleo essencial da casca de *M. urundeuva* foi realizada com uma porção de 500 gramas de massa submetida à extração por arraste a vapor em aparelho do tipo Clevenger com 1,5 L de clorofórmio, sobre aquecimento por 8 horas. Após extração do óleo essencial, o material obtido foi seco com sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) anidro removendo traços de umidade.

Amostras do fracionamento líquido-líquido e o material obtido de óleo essencial foram submetidos à cromatografia a gás e identificação das substâncias químicas presentes nas mesmas em aparelho localizado na Universidade Federal de Viçosa no estado de Minas Gerais. A análise cromatográfica foi realizada conseguinte às condições: cromatógrafo gasoso (Shimadzu GCMS-QP5050A) dotado de coluna capilar RTX-5 Restek (5% diphenyl/ 95% dimethyl polysiloxane) possuindo dimensões de 30 m, 0,25 mm e 0,25 µm filme. As condições de operação do cromatógrafo foi de fluxo na coluna de 1,6 mL/min, velocidade linear 46,6 cm/s, temperatura do detector 290 °C e do injetor 290 °C, temperatura do forno a 80 °C – 5 min e de 80 – 285°C (4 °C/min), por 40 min. O gás de arraste utilizado foi de hélio com volume injetor de 1,0 µL. As condições do espectrômetro de massa foi de módulo SCAN com corte do solvente e 4,0 min.-m/z de 30 a 700 Dalton

## Resultados e discussão

O efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso da casca de *M. urundeuva* sobre o percentual de germinação está exibido na Tabela 1. Não houve diferenças significativas em relação aos efeitos dos extratos entre os tratamentos e o controle para o percentual de germinação das espécies de cebola, repolho e capim brachiaria. Observaram-se alterações significativas referentes ao percentual de germinação das sementes de tomate e picão preto onde a maior inibição da germinação ocorreu na diluição a 100%.

O picão preto (*Bidens pilosa*) considerada uma das piores plantas infestantes de culturas anuais no Brasil, vem sendo destacado como espécie teste em bioensaios alelopáticos visando novas descobertas de compostos com potencial herbicida capaz de minimizar a propagação desta espécie invasora. O picão preto apresentou desempenho fisiológico inibitório considerável do seu percentual de germinação quando submetido á

extratos brutos de folhas de *Plectranthus barbatus* Andrews obtidos por infusão, além de alterações significativas na germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento da parte aérea e das raízes (AZAMBUJA et al., 2010). Extratos aquosos foliares de rabo-de-bugio (*Lonchocarpus campestris*) também foram capazes de reduzir de forma drástica a germinação e alteraram o crescimento inicial de plântulas de picão-preto. A redução da velocidade de germinação ocorreu nas concentrações 4 e 8% do extrato de folhas secas e o comprimento da radícula a partir da concentração 2% do extrato de folhas frescas e secas, e o comprimento de hipocótilo diminuiu na concentração 8% do extrato de folhas frescas. Empregou-se como concentração do extrato 0, 2, 4 e 8% (TUR et al., 2012).

Extratos aquosos de folhas de *Phytolacca dioica* L. causaram inibição na germinação e crescimento inicial de plantas de tomate e picão-preto onde os tratamentos (4 e 8%) afetaram o percentual de germinação, velocidade de germinação e índice de velocidade de germinação, o comprimento e a massa das plântulas de tomate e picão-preto foram afetados em todos os tratamentos. O tratamento a 8% os extratos inibiram totalmente o processo germinativo das plantas (BORELLA & PASTORINI, 2009).

Extratos aquosos de casca são bastante utilizados em bioensaios, os de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer) apresentaram efeitos alelopáticos sobre a germinabilidade das sementes, desenvolvimento do sistema radicular de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) (CARMO et al., 2007).

Alguns gêneros da família Anacardiaceae apresentam potencial alelopático, como exemplo tem os extratos etanólicos das folhas de *Astronium graveolens* Jacq, inibindo o processo germinativo de alface e couve-da-malásia (SILVA et al., 2010).

Estudos realizados por Vyvyan (2002) demonstraram que as substâncias químicas mais pertinentes que apresentam potencial expressivo interferindo tanto na germinação como no desenvolvimento vegetal, são as benzoquinonas, cumarinas, flavonóides, lignóides, terpenóides, lactonas, mucilagens, taninos e alcaloides. Assim sugere-se a possível presença de algum destes aleloquímicos nos extratos aquosos em cascas da *M. urundeuva*.

FERREIRA e BORGHETTI (2000) destacaram que o efeito alelopático pode não ser apenas apontado sobre o percentual final de germinação, mas também sobre a velocidade de germinação. A análise estatística dos dados mostrados na Tabela 2 não indicou diferença significativa referente ao índice de velocidade de germinação para a espécie de cebola e picão preto quando submetido às diferentes concentrações de extratos aquosos da aroeira preta em comparação ao controle negativo empregado como material indicador.

As sementes de repolho e tomate apresentaram inibição com valores significativos no índice de velocidade de germinação quando submetidos ao extrato na diluição/concentração de 50%.

A espécie brachiaria apresentou interferência de maior amplitude no índice de velocidade de germinação quando submetido à concentração de 100% de acordo com dados descritos na tabela 2. A interferência alelopática da atividade biológica do extrato se faz dependente da concentração utilizada e o limite de resposta da espécie receptora (Tawaha & Turk, 2003).

Segundo Rice (1984) de acordo com a concentração na qual as substâncias alelopáticas se encontram podem estimular ou inibir o crescimento das plantas e a resposta das sementes são de acordo com as características peculiares de cada espécie em estudo.

Extratos aquosos de crotalária (*Crotalária juncea*), eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), Nim (*Azadirachta indica*), guaco (*Mikania laevigata*) e mamona

(*Ricinus communis*) afetaram a germinação do capim braquiária (*brachiaria decumbens*) na concentração de 100%, ou seja o extrato bruto de todas as espécies de plantas foram efetivos (SOUSA et al., 2011).

Extratos aquosos das espécies arbóreas (eucalipto e guaçatonga) apresentaram potencial alelopático inibindo o índice de velocidade de germinação de hortaliças como o repolho e o tomate (YAMAGUSHI et al., 2011).

As análises de potencial alelopático de extratos sobre sementes são realizadas através da observação do percentual de germinação, índice de velocidade de germinação abrangendo para análises de demais estruturas das plântulas como as raízes (hipocótilo e radícula), por estarem mais expostas elas são mais sensíveis as substâncias presentes em extratos (CHON et al., 2000).

Estas características podem ser devido ao reflexo da fisiologia distinta que estas estruturas apresentam ou o fato de estarem em contato contínuo e prolongado com o aleloquímico acarretando assim sensibilidade significativa (AQUILA et al., 1999).

Alterações alelopáticas significativas no desenvolvimento da radícula nas plântulas foram observadas em todas as espécies de acordo com dados descritos na Tabela 3. As espécies de cebola, tomate, brachiaria e picão preto apresentaram alterações de inibição, sendo que o maior índice de alteração no desenvolvimento da radícula ocorreu na diluição/concentração de 100% do extrato aquoso da casca da *M. urundeuva*. Na espécie de repolho houve o estímulo do crescimento da radícula na concentração de 50%, alteração comum em bioensaios alelopáticos é a inibição ou estímulo no desenvolvimento de outras espécies de plantas dependendo das concentrações utilizadas (EMBRAPA, 2011; COELHO et al., 2011; RICE, 1984).

Para Zhang *et al.* (2010), bioensaios utilizando extratos de raízes de plantas jovens de eucalipto desempenharam efeitos estimulatórios sobre a radícula de rabanete e feijão, em concentrações menores e em concentrações altas, exerceram efeitos tóxicos inibitórios com redução do comprimento da radícula das plantas testadas.

De acordo com os dados obtidos na tabela 4 as espécies de sementes de cebola e picão preto não apresentaram nenhuma alteração de sua parte aérea o hipocótilo, os resultados da tabela 3 demonstram que a radícula destas espécies é a parte mais sensível das plântulas quando em contato aos compostos presentes nas diluições/concentrações utilizadas.

As sementes de repolho apresentaram estímulo no desenvolvimento do hipocótilo de forma mais acentuada na concentração de 50%. Resultados referentes á inibição no desenvolvimento do hipocótilo foram encontrados para a brachiaria e tomate, apresentando interferência significativa na diluição/concentração do extrato em 100%. Alguns trabalhos demonstram que há uma grande predominância de compostos orgânicos que são inibitórios em certa concentração e estimulantes quando presentes em menores concentrações (RICE, 1984). De acordo com Ghayal et al. (2007) extrato de folhas de *Cassia uniflora* L. provoca o estímulo na germinação de sementes de *B. juncea* e *R. sativus* em baixas concentrações (2,5% e 5%), porém quando aplicadas altas concentrações como 15% e 20% ocorre a inibição da germinação e crescimento de plântulas.

Observa-se na Tabela 5 a interferência dos extratos aquosos da *M. urundeuva* sobre a altura das plantas de repolho e sorgo em condições de pré-emergência e pós-emergência. A concentração de 50% do extrato aquoso sobre o sorgo em pré-emergência foi capaz de estimular o crescimento da altura média da planta destacando assim efeito dos aleloquímicos presentes na *M. urundeuva*. Para todas as outras condições não houve diferença significativa da altura média das plantas quando submetidas ao extrato. Este tipo de evento demonstra que o potencial alelopático dos

compostos é alterado conforme a espécie receptora e é dependente da fase de crescimento em que a planta receptora se encontra. Devido as características peculiares de alterações fisiológicas de cada espécie algumas apresentam mais sensibilidade que outras (SOUZA FILHO et al., 2007).

Quando utilizado como substrato a areia o repolho se apresentou mais sensível aos aleloquímicos presentes no extrato a 50%, apresentando assim estímulo no crescimento aumentando a altura da planta quando comparado ao controle (Narwal, 1994).

As atividades alelopáticas quando analisadas em comparativo do solo e o substrato inerte notou-se que alguns dos resultados foram diferentes entre os mesmos, este fato ocorre possivelmente devido às características físicas e químicas específicas de cada substrato.

O acúmulo de matéria seca das plantas não apresentou alterações significativas quando submetidas ao extrato para as espécies de sorgo e repolho utilizando substratos de terra e areia e em condições de pré-emergência e pós-emergência.

Não teve toxicidade do extrato sobre as espécies vegetais em laboratório e casa de vegetação, pois as mesmas não apresentaram variações visíveis como manchas ou má formação nas plantas.

Através da análise de prospecção fitoquímica (Tabela 9), para a identificação de algumas classes de compostos secundários presentes nas cascas da *Myracroduron urundeuva* Freire Allemão, foi possível a obtenção de informações preliminares quanto ao perfil de produção de metabólitos secundários por esta espécie na região do sudeste de Goiás. A presença destes compostos bem como a sua concentração pode variar de planta para planta e em diferentes espécies de uma mesma planta a concentração varia durante um período de 24 horas bem como o local de ocorrência da planta pode provocar na ocorrência e quantidade destes compostos (FERREIRA & AQUILA, 2000; RAVEN, 2001; FILHO 2010). É relevante a obtenção destes dados como conhecimento básico em virtude da ausência de pesquisas mais detalhadas sobre a *Myracrodruon urundeuva* na região de Rio Verde – Goiás.

Entre as classes de constituintes químicos avaliados a casca da *M. urundeuva* apresentou a presença de saponinas, fenóis, taninos hidrolisáveis e catequinas. Por conseguinte trata-se de uma espécie promissora, podendo apresentar substâncias biologicamente ativas. A classe de saponinas identificadas na casca é responsável pelo sistema de defesa com atividade fitoprotetora, ou seja, interage com esteroides de membranas possibilitando ações biológicas variadas como alterações da permeabilidade (WINA et al., 2005; PIZARRO, 1999; FRANCIS et al., 2002; SCHENKEL et al., 2001). Os compostos fenólicos são os responsáveis pelas defesas das plantas contra radiação ultravioleta e ação de agressão em agentes patogênicos (FARAH, 2006). A presença de taninos em cascas de *M. urundeuva* foi evidenciada por estudos direcionados como sendo um dos compostos que mais frequentemente são destacados por produzirem efeitos alelopáticos sobre outras espécies (MATOS., 2002; GRISSI., 2010; PIÑA-RODRIGUES & LOPES, 2001). As catequinas são hidrossolúveis e contribuem para o amargor e a adstringência nas plantas, devido á adstringência as catequinas agem no mecanismo de defesa contra insetos. Sua ação se faz como catalisadores da fotossíntese e regulam a fosforilação, protegem as células vegetais de espécies reativas de oxigênio produzidas pelo sistema de transporte de elétrons fotossintético, com capacidade absorviva de ultravioleta protegem as plantas da radiação ultravioleta do sol (BALENTINE et al., 1997).

Análises da histoquímica em folhas e caules da *M. urundeuva* também foram realizadas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco identificando flavonóides,

monoterpenos, sesquiterpenos, esteróides, proantocianidinas condensadas, leucoantocianidinas e triterpenos (JÚNIOR et al., 2003).

Diferentes metabólitos secundários como as chalconas diméricas, saponinas, taninos os esteroides, triterpenos, catequinas, alcaloides e flavonóides foram identificados a partir de estudos de prospecção de extratos da espécie *M. urundeuva* através de metodologia de MATOS (1997).

A cromatografia gasosa se faz de acordo com a seletividade de cada um dos componentes retidos por uma fase estacionária, obtendo assim migrações diferenciais através da polaridade relativa das fases, a separação ocorre devido às interações das moléculas da amostra com a fase estacionária identificando cada substância presente no material empregado (COLLINS, C.H. e BRAGA, G.L. 1997).

Baseado na literatura e na comparação com padrões, os cromatogramas obtidos da cromatografia gasosa utilizando os solventes hexano, clorofórmio, acetato de etila e metanol indicaram a presença de compostos químicos. A amostra da fração hexânica apresentou quantidades significativas de substâncias como os esteroides, ácido mirtifólico, obtusifoliol, handianol,  $\gamma$ -sitosterol, campesterol,  $\gamma$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol, farnesol, 1-eicosanol, lignocerol, laurato de isoamila, ácido palmítico, palmitato de metila, 1-eiconano. Os extratos brutos em clorofórmio da espécie em estudo apresentaram substâncias como o ácido palmítico, isolongifolan-8-ol,  $\gamma$ -sisterol, obtusifoliol, 4,4-dimetil-5 $\alpha$ -colestano-3-ona, cicloeucalenol, isolongifolan-8-ol,  $\beta$ -cedreno. Amostra de acetato de etila apresentou a presença do esteroide  $\gamma$  sistosterol. Substancia como o isolongifolan-8-ol foi evidenciado na amostra metanólica da casca da *M. urundeuva*.

Amostra do óleo essencial submetido á cromatografia gasosa apresentaram substancias ativas como o éster metílico do ácido elaídico, hexanal, éster metílico do ácido araquídico, ácido metílico do ácido erúico, éster metílico do ácido 5-octadecenóico, éster metílico 14-metil-pentadecanóico, éster metílico do ácido 2-undecil-ciclopropil-pentanóico, éster metílico do ácido 6-octadecenóico e éster metílico do ácido 2-undecil-ciclopropil-pentanóico.

### Conclusões

1. Os bioensaios realizados em laboratório apresentaram efeitos alelopáticos ás espécies de repolho, tomate, cebola, brachiaria e picão preto sobre o percentual de germinação, índice de velocidade de germinação bem como em análises de desenvolvimento de radículas e hipocótilos.

2. Bioensaios realizados sobre condições de casa de vegetação não apresentaram níveis de inibição sobre as plantas, porém notou-se estímulo da altura das espécies de sorgo em pré-emergência utilizando como substrato a terra e estímulo ao desenvolvimento do repolho na areia e em condição de pós-emergência. A massa seca não apresentou alterações relevantes para atividade alelopática do extrato.

3. Através de prospecção fitoquímica foi possível a identificação das classes de metabólitos secundários e primários como as saponinas, fenóis, taninos hidrolisáveis e catequinas.

4. A identificação das amostras brutas resultantes de fracionamento líquido evidenciou-se a presença de esteroides. O óleo essencial apresentou presença de ésteres metílicos como o ácido elaídico e ácido araquídico.

5. O extrato aquoso da casa de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. não apresentou fitotoxicidade.

### Agradecimentos

Á Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano– Campus Rio Verde pelo apoio financeiro e didático.

### Referências

- ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **Asociación latinoamericana de malezas – ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- ALI, M.S.; RAVIKUMAR, S.R.; BEULA, J.M. Bioactivity of seagrass against the dengue fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, p. 570-573, 2012.
- AQUILA, M.E.A.; UNGARETTI, J.A.C.; MICHELIN, A. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureoides* (Lam.) DC. **Acta Horticulturae**, v. 502, p. 383-388, 1999.
- AZAMBUJA, N; HOFFMANN, C.E.F.; NEVES, L.A.S; GOULART, E.P.L. Potencial alelopático de *Plectranthus barbatus* Andrews na germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. e de *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.9, n.1, p.66-73, 2010.
- BAKIRCI, G.T.; ACAY, D.B.Y.; BAKIRCI, F; OTLES, S. Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. **Food Chemistry**, v.160, p.379-392, 2014.
- BALENTINE, D.A.; WISEMAN, S.A.;BOUWENS, L.C.M. The chemistry of tea flavonoids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 8, p. 693-704, 1997.
- BARBOSA, W. L. R.; QUIGNARD, E.; TAVARES, I. C. C.; PINTO, L. N.; OLIVEIRA, F. Q. O.; OLIVEIRA, R. M. Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais. **Revista Científica da Universidade do Pará**, v.4, 2004.
- BERGER, A.P.A.; RANAL, M.; LOPES, S.W.; DORNELES, M.C.; SANTANA, D.G.; PEREIRA, R.S. Emergência de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) do vale do Rio Araguari, MG. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, sup. 2, p. 1029-1031, 2007.
- BESSA, T.; TERRONES, M.G.H.; SANTOS, D.Q. **Avaliação fitotóxica de metabólitos secundários da raiz de *Cenchrusechinatus***. Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas**, v.22, n.3, p.67-75, 2009.
- CARMO, F.M.S.; POEIRAS, L.M.; GONÇALVES, A. B.; MELLO, S.M.; NETO, J. A.A.M.; BORGES, E.E.L.; SILVA, A.F. Germinação do banco de sementes de espécies nativas sob dossel de espécies exóticas. **Revista árvore**, v.36, n.4, p.583-591, 2012.
- CARMO, F.M.S; LIMA, E.E.B; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorífera* (Vell.)Rohwer). **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.3, p.697-705, 2007.
- CHON, S. U.; COUTTS, J. H.; NELSON, C. J. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, 92: 715-720, 2000.

- COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L. **Introdução a métodos cromatográficos**, 7.ed. Campinas: Unicamp, 1997.
- DANTAS, J.D.P. **Contribuição científica à medicina tradicional dos Tapebas do Ceará: *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. – (aroeira-do-sertão)**. 2003. 37p. Monografia (Graduação) Universidade Estadual do Ceará Ceará, Fortaleza.
- DIAS, J. F. G.; CIRIO, G. M.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss, Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 220-223, 2005.
- DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, 2005.
- FARAH, A; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Braz. Journal of Plant Physiology**, v.18, n.1, p. 23-36, 2006.
- FERREIRA, A. G. & ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p.175-204, 2000.
- FILIZOLA, H.F.; FERRACINI V.L.; SANS, L.M.A.; GOMES, M.A.F.; FERREIRA, C.J.A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial esubterrânea na região de Guairá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 659-667, 2002.
- FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, v.88, p. 587-605, 2002.
- NARWAL, S.S. Allelopathy in crop production. **Scientific publishers**, Jodhpur (India), p.228, 1994.
- GHAYAL, N.A.; DHUMAL, K.N.; DESHPANDE, N.R.; KULKARNI, A.M.; PHADKE, A.U.; SHAH, S.M. Phytotoxic effects of Cassia uniflora leaf leachates on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus*) and mustard (*Brassica juncea*). **Allelopathy journal**, v.9, n.2, p.61-372, 2007.
- GONÇALVES, A.H; SILVA, J.B.; LUNKES, J.A. Controle da tiririca (*Cyperus rotundus*) e efeito residual sobre acultura do feijão do herbicida imazapyr. **Planta Daninha**, v. 19, p. 435-443, 2001.
- GRISSI, F.A. **Aspectos fisiológicos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), sob níveis distintos de saturação hídrica em ambiente protegido, e área ciliar em processo de recuperação**. 2010. 126f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- JÚNIOR, C. V. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**. Vol. 26, No. 3, 390-400, 2003.
- LIÃO, L.M. Alcaloides Sesquiterpênicos Piridínicos e Triterpenos Quinonametídeos Degradados de *Salacia campestris* (Hippocrateaceae). 1997. 183f. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MACEDO, I. T. F.; BEVILAQUA, C. M. L.; OLIVEIRA, L.M.B.; VASCONCELOS, A.L.F.C.; MORAIS, S.M.; MACHADO, L.K.A.; RIBEIRO, W. L. C. *In vitro* activity of Lantana câmara, Alpinia zerumbet, Mentha villosa and Tagetes minuta decoctions on *Haemonchus contortus* eggs and larvae. **Veterinary Parasitology**, v.190, p.504-509, 2012.
- MATOS, J.F.A. **Fármacias vivas: sistemas de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades**. 4ª ed. Fortaleza: UFC, 2002.
- MONTEIRO, J.M.; ARAUJO, E.L.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Valuation of the aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão): perspectives on conservation. **Acta Botânica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 125-132, 2012.

- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.130-136, 2001.
- PIZARRO, A. P. B.; FILHO, A. M. O.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T. V.; SANTOS, C. E. ; LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v.32, n.1, p. 23-29, 1999.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHLORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan, 6. ed. 2001.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2th ed. 422p. Academic Press, New York, USA, 1984.
- SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento** .3 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, 2001. cap.27, p.597-619.
- SILVA, A, A. et al. Efeito residual no solo dos herbicidas imazamox e imazethapyr para as culturas de milho e sorgo. **Planta Daninha**, v. 17, p. 345-354, 1999.
- SILVA, A. R.; **Atividade alelopática de extratos da casca de aroeira preta (Myracrodruon urundeuva Fr ALL)**. 2013 26 f. Monografia (Licenciatura e Bacharel em Química) apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2013.
- SILVA, R.M.G; SARAIVA, T.S.; SILVA, R.B; GONÇALVES, L.A; SILVA, L.P. Allelopathy potencial of etanolic extract of *Anadenanthera macrocarpa* and *Astronium graveolens*. **Bioscience Journal**, v.26, n.4, p.632-637, 2010.
- SOUSA, S.F.G; RIQUETTI, N.B; TAVARES, L.A.F; MARASCA, I; ANDREANI, JUNIOR, R; Efeito da utilização de extratos vegetais sobre a germinação de três espécies de plantas espontâneas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.18, n.1, p.29-33, junho, 2011.
- SOUZA, C.S.M.; SILVA, W.L.P.; GUERRA, A.M.N.M; CARDOSO, M.C. R.; TORRES, S.B. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, v.2, n.2, p.96-100, 2007.
- TAWATA, A.M.; TURK, M.A. Allelopathic effects of black mustard (*Brassica nigra*) on germination and growth of barley (*Hordeum spontaneum*). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.189, n.5, p.298-303, 2003.
- TUR, C.M; MARTINAZZO, E.G; AUMONDE, T.Z; VILLELA, F.A. Efeito alelopático de extratos aquosos foliares de *Lonchocarpus campestris* na germinação e no crescimento inicial de picão-preto. **Revista de Ciências Agrárias**, v.55, n.4, p.277-281, 2012.
- VIANA, G.S.B.; BANDEIRA, M.A.M.; MATOS, F.J.A. Analgesic and antiinflammatory effects of chalcones isolated from *Myracrodruon urundeuva* Allemao. **Phytomedicine**, v.10, n.2-3, p.189- 195, 2003.
- VIANA, G.S.B.; BANDEIRA, M.A.M.; MOURA, L.C.; SOUZA, FILHO, M.V.P.; MATOS F.J.A.; RIBEIRO R.A. Analgesic and antiinflammatory effects of the tannin fraction from *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Phytotherapy Research**, v.11, p.118-122, 1997.
- VIEIRA, L. M.; **Potencial alelopático, antioxidante e inibidor de tirosinase de aroeira-preta (Myracrodruon urundeuva Fr. All.)**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2013.
- VYVYAN, J.R. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. **Tetrahedron**, v.58, n.1, p. 1631-1646 2002.

WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The Impact of Saponins or Saponin-Containing Plant Materials on Ruminant Production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.21, p.8093–8105, 2005.

YAMAGUSHI, M.Q.; GUSMAN, G.S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill, e de *Casearia sylvestris* Sw. Sobre espécies cultivadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1361-1374, 2011.

Zhang, D.; Zhang, J.; Yang, W. & Wu, F. 2010. Potential allelopathic effect of *Eucalyptus grandis* across a range of plantation ages. **Ecological Research**, v.25 p.13-23, 2010.

**Tabela 1. Efeito dos extratos aquosos da casca de aroeira preta sobre percentual de germinação (PG%) em sementes de cebola, tomate, picão preto e brachiaria.**

Tratamentos	PG (%)				
	Cebola	Repolho	Tomate	Brachiaria	Picão Preto
Controle 0%	66,0 ± 4,0a	84,0 ± 11,8a	84,0 ± 8,6a	23,0 ± 10,0a	51,0 ± 8,2a
100%	62,0 ± 13,7a	93,0 ± 9,5a	68,0 ± 3,3b	29,0 ± 11,9a	27,0 ± 6,8b
50%	71,0 ± 11,0a	77,0 ± 6,8a	73,0 ± 6,0ab	35,0 ± 6,8a	33,0 ± 12,4ab
25%	58,0 ± 12,0a	81,1 ± 5,0a	83,0 ± 3,3a	39,0 ± 5,0a	36,0 ± 13,1ab

Médias seguidas por letras iguais em uma mesma coluna, para cada bioensaio, não diferem estaticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2. Efeito dos extratos aquosos da casca de aroeira preta sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria.**

Tratamentos	IVG (%)				
	Cebola	Repolho	Tomate	Brachiaria	Picão Preto
Controle 0%	25,9 ± 2,1a	43,1 ± 4,0a	32,4 ± 4,0ab	17,4 ± 2,9a	8,3 ± 3,6a
100 %	18,8 ± 6,6a	34,9 ± 13,7ab	27,1 ± 2,1bc	6,7 ± 1,4b	9,2 ± 4,6a
50 %	22,0 ± 3,0a	29,5 ± 11,0b	26,8 ± 0,8c	9,8 ± 4,1b	11,2 ± 2,0a
25 %	20,7 ± 4,6a	35,4 ± 12,0ab	33,1 ± 2,2a	13,0 ± 4,3ab	13,1 ± 2,5a

Médias seguidas por letras iguais em uma mesma coluna, para cada bioensaio, não diferem estaticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3. Efeito dos extratos aquosos da casca de aroeira preta sobre o desenvolvimento de plântulas (radícula) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria.**

Tratamentos	DESENVOLVIMENTO DE RADÍCULA				
	Cebola	Repolho	Tomate	Brachiaria	Picão Preto
Controle 0%	6,2 ± 8,0a	12,5 ± 1,0b	8,5 ± 6,2a	38,5 ± 14,5a	16,0 ± 12,2a
100 %	2,3 ± 14,0b	12,7 ± 1,7b	4,4 ± 2,3b	16,9 ± 10,8b	8,3 ± 5,0b
50 %	3,1 ± 3,5b	15,6 ± 7,9a	9,8 ± 5,2a	19,7 ± 13,5b	12,9 ± 10,8ab
25 %	4,9 ± 10,8a	12,4 ± 3,2b	8,9 ± 6,5a	23,0 ± 14,5b	12,6 ± 8,9ab

Médias seguidas por letras iguais em uma mesma coluna, para cada bioensaio, não diferem estaticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4. Efeito dos extratos aquosos da casca de *M. urundeuva* sobre o desenvolvimento de plântulas (hipocótilo) em sementes de cebola, repolho, tomate, picão preto e brachiaria.**

Tratamentos	DESENVOLVIMENTO DE HIPOCÓTILO (mm)				
	Cebola	Repolho	Tomate	Brachiaria	Picão Preto
Controle 0%	11,9 ± 3,7a	13,2 ± 3,6b	13,6 ± 4,8a	11,2 ± 4,9a	16,0 ± 6,2a
100 %	11,4 ± 3,5a	13,9 ± 4,5ab	9,3 ± 4,9b	7,0 ± 3,3b	15,7 ± 7,0a
50 %	10,7 ± 3,4a	15,8 ± 4,0a	12,5 ± 5,4a	8,1 ± 4,2b	17,5 ± 7,7a
25 %	11,9 ± 3,4a	15,3 ± 3,8ab	11,5 ± 7,1ab	9,3 ± 5,0ab	17,0 ± 6,7a

Médias seguidas por letras iguais em uma mesma coluna, para cada bioensaio, não diferem estaticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 5. Efeito dos extratos aquosos da casca da *M. urundeuva* sobre a altura das espécies de repolho e sorgo em condições de pré-emergência e pós-emergência utilizando terra como substrato.**

Tratamentos	ALTURA DE PLANTAS / TERRA			
	Pré-emergência		Pós-emergência	
	Repolho	Sorgo	Repolho	Sorgo
<b>Controle 0%</b>	4,5 ± 3,0a	27,5 ± 3,9b	1,2 ± 0,6a	28,0 ± 3,9a
<b>100 %</b>	6,9 ± 1,0a	33,0 ± 6,7ab	1,0 ± 0,2a	29,2 ± 6,7a
<b>50 %</b>	6,3 ± 1,3a	38,9 ± 6,3a	0,9 ± 0,4a	37,7 ± 6,3a
<b>25 %</b>	6,6 ± 0,5a	28,7 ± 1,3ab	1,2 ± 0,4a	27,8 ± 1,3a

Médias seguidas por letras iguais em uma mesma coluna, para cada bioensaio, não diferem estaticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 6. Efeito dos extratos aquosos da casca da *M. urundeuva* sobre a altura das espécies de repolho e sorgo em condições de pré-emergência e pós-emergência utilizando areia como substrato.**

Tratamentos	ALTURA DE PLANTAS / AREIA			
	Pré-emergência		Pós-emergência	
	Repolho	Sorgo	Repolho	Sorgo
<b>Controle 0%</b>	1,2 ± 0,6b	17,2 ± 1,6a	6,5 ± 0,7a	15,2 ± 0,7a
<b>100 %</b>	2,1 ± 0,4ab	17,0 ± 0,6a	7,4 ± 1,4a	16,5 ± 1,4a
<b>50 %</b>	2,3 ± 0,7a	18,2 ± 0,7a	6,8 ± 0,8a	17,3 ± 0,9a
<b>25 %</b>	1,3 ± 0,4ab	16,3 ± 1,6a	5,6 ± 0,3a	16,6 ± 2,3a

Médias seguidas por letras iguais em uma mesma coluna, para cada bioensaio, não diferem estaticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.