

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 26/02/2018.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



Caracterização do potencial inseticida e capacidade antioxidante de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae)

VALTER HENRIQUE MARINHO DOS SANTOS

Tese apresentada à banca avaliadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica) do Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP.

BOTUCATU – SP
2016



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"Júlio de Mesquita Filho"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU**

**Caracterização do potencial inseticida e capacidade
antioxidante de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae)**

VALTER HENRIQUE MARINHO DOS SANTOS

ORIENTADORA: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

CO-ORIENTADOR: REGILDO MÁRCIO GONÇALVES DA SILVA

Tese apresentada à banca avaliadora do
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas (Botânica) do
Instituto de Biociências, Câmpus de
Botucatu, UNESP.

**BOTUCATU – SP
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Santos, Valter Henrique Marinho dos.

Caracterização do potencial inseticida e capacidade antioxidante de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) / Valter Henrique Marinho dos Santos. - Botucatu, 2016

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima

Coorientador: Regildo Márcio Gonçalves Da Silva

Capes: 20306008

1. Inseticidas. 2. Antioxidantes. 3. Bignoniaceae. 4. Pesticidas naturais. 5. Inseto - Controle biológico. 6. Essências e óleos essenciais.

Palavras-chave: Atividade inseticida; Atividade medicinal; Bioatividade; *Spathodea campanulata*.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por sempre iluminar meus caminhos.

Aos meus pais Valter e Elzimar pela atenção e carinho em todos os momentos.

Aos meus eternos orientadores Dr Regildo Márcio Gonçalves da Silva e Prof^a Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima pela paciência, orientação, confiança e amizade.

À empresa TMG e sua equipe, em especial aos pesquisados Alexandre, Gislaine, Marcelo e Rafael, pela orientação e por cederem toda a estrutura física.

Aos meus amigos de laboratório de Assis e Botucatu pelo carinho e auxílio.

Ao Dr. Oliver Chen e sua equipe por me proporcionarem a oportunidade de estágio no exterior na Tufts University.

À FAPESP, pelo financiamento com bolsas no país e no exterior.

E a todos que de alguma forma participaram do desenvolvimento do trabalho.

Sumário

Lista de Tabelas	1
Lista de Figuras	2
Resumo	3
Abstract	5
1. Introdução.....	7
2. Objetivo	9
3. Revisão Bibliográfica	9
3.1. <i>Spathodea campanulata</i>	9
3.2. Antioxidantes	11
3.2.1. Compostos fenólicos.....	12
3.2.2. Carotenóides	15
3.3. Inseticidas de origem vegetal	16
3.3.1. Compostos com ação inseticida.....	18
3.3.2. Proteínas com potencial inseticida.....	18
4. Referências	21
CAPÍTULO 1	28
Insecticidal activity of nectar from <i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv on insect pests of soybean	
Abstract	29
Resumo	30
Introduction	31
Materials and Methods	33
Collection and preparation of nectar <i>Spathodea campanulata</i>	33
Gross nectar dialysis and denaturation.....	34
Insecticidal tests	34
Insecticidal activity on <i>Euschistus heros</i> (Fabr.)	34
Insecticidal activity on <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie) and <i>Anticarsia gemmatilis</i> (Hübner).....	34
Statistical treatment	35
Oxidant tests	35
Albumin degradation oxidative test.....	35
Evaluation of oxidant potential in the production of reactive species with TBARS	36
Protein characterization	36
Precipitation of the gross nectar	36

Protein content.....	37
Polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE).....	37
Two-dimensional electrophoresis (2D-PAGE).....	37
Results	38
Protein content	38
Insecticidal tests	38
Evaluation of oxidant potential in the production of reactive species with TBARS	39
Albumin degradation oxidative test	40
Polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)	41
Two-dimensional electrophoresis (2D-PAGE)	41
Discussion	42
References	45
CAPÍTULO 2.....	51
Atividade antioxidante e caracterização fitoquímica de <i>Spathodea campanulata</i>	
Resumo.....	52
Abstract	53
1-Introdução	54
2-Material e métodos.....	55
2.1-Coleta do material vegetal	55
2.2- Testes antioxidantes	56
2.2.1-Preparação das amostras.....	56
2.2.2-Teste de ORAC	56
2.2.3-Teste de FRAP	57
2.2.4-Teste de DPPH	57
2.3-Fenóis totais	58
2.4-Análise de polifenóis por HPLC/PDA	58
2.5-Análise de polifenóis por HPLC/ECD	59
2.6-Análise de carotenóides por HPLC/PDA	60
2.6.1-Preparo das amostras.....	60
2.6.2-Análise por HPLC	60
2.7-Análise estatística	61
3-Resultados	61
4-Discussão	68
5-Referências.....	72

Lista de tabelas

CAPÍTULO 1

Table 1 - Mortality index of *Euschistus heros* (Fabr.), *Helicoverpa zea* (Boddie) and *Anticarsia gemmatalis* (Hübner).

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Capacidade antioxidante e fenóis totais de diferentes amostras de *Spathodea campanulata* coletadas na cidade de Assis.

Tabela 2 - Capacidade antioxidante e fenóis totais de diferentes amostras de *Spathodea campanulata* coletadas na cidade de Londrina.

Tabela 3 - Capacidade antioxidante e fenóis totais de diferentes amostras de *Spathodea campanulata* coletadas na cidade de Limeira.

Tabela 4 - Quantidade (ug.g-1 de material seco) de compostos fenólicos presentes em folhas, flores e néctar de *Spathodea campanulata* coletado em três diferentes cidades e analisado por HPLC/PDA.

Tabela 5 - Quantidade (ug.g-1 de material seco) de compostos fenólicos presentes em folhas, flores e néctar de *Spathodea campanulata* coletado em três diferentes cidades e analisado por HPLC/ECD.

Tabela 6 - Quantidade (ug.g-1 de material seco) de carotenóides presentes em folhas, flores e néctar de *Spathodea campanulata* coletado em três diferentes cidades e analisado por HPLC/PDA.

Lista de figuras

CAPÍTULO 1

Fig 1 Data is expressed as % TBARS oxidation compared to a positive control (AAPH). The experiment was performed in triplicate. Means with same letter do not differ significantly by Tukey's test ($\alpha=0.05$).

Fig 2 Oxidative analysis of albumin degradation in a polyacrylamide gel stained by Coomassie Brilliant Blue. 1) BSA (negative control); 2) BSA + Cu; 3) BSA + Cu + hydrogen peroxide (positive control); 4) BSA + Cu + undenatured nectar; 5) BSA + Cu + denatured nectar.

Fig 3 Electrophoretic analysis of nectar of *S.campanulata* in the polyacrylamide gel stained with Coomassie Brilliant Blue. 1-molecular marker (kDa); 2-lyophilized nectar; 3- precipitate nectar; 4- gross nectar.

Fig 4 A) All 51 spots assigned as possible protein candidates detected by DeCyder BVA software. B) Identification of subsets most likely to be proteins.

Santos, H.M.S. Caracterização do potencial inseticida e capacidade antioxidante de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae). 2016. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RESUMO

A família Bignoniaceae é constituída por espécies que estão espalhadas por diversos locais do globo terrestre, porém no Brasil é mais encontrada nas regiões de cerrado, Mata Atlântica e região Amazônica. Dentro dessa grande família, podemos destacar a *Spathodea campanulata*, uma espécie com característica peculiar, pois apresenta atividade inseticida e medicinal, dependendo do órgão vegetal utilizado. Atualmente indústrias e empresas de diversas áreas, desde alimentícias até agronegócios, vêm investindo em estudos para identificação e extração de compostos vegetais com bioatividade, uma vez que podem ser benéficos a saúde humana e menos agressivos ao meio ambiente quando comparados com os químicos sintéticos. Devido à atual demanda por estudos de espécies vegetais capazes de produzir compostos bioativos e as características da espécie *Spathodea campanulata*, o estudo teve como objetivo avaliar o potencial inseticida do néctar de *Spathodea campanulata* sobre os insetos *Euschistus heros*, *Helicoverpa zea* e *Anticarsia gemmatilis*. Também foram analisadas a capacidade antioxidante das flores, folhas e néctar da espécie, por meio de testes antioxidantes (ORAC, DPPH e FRAP) e quantificação de compostos fenólicos e carotenóides por HPLC. Os testes inseticidas demonstraram significativa atividade tóxica do néctar de *S.campanulata* sobre os insetos *Euschistus heros* (Fabr.), *Helicoverpa zea* (Boddie) e *Anticarsia gemmatilis* (Hübner). Posterior análise do néctar por SDS-PAGE e 2D-PAGE, revelaram um conjunto de "spots" característicos que podem ser proteínas ou mesmo peptídeos responsáveis pela atividade inseticida. Nos testes oxidantes, TBARS e degradação de albumina, foram observados alta atividade oxidativa do néctar não desnaturado quando comparado com o desnaturado. Em relação à avaliação da capacidade antioxidante, pelos métodos do FRAP, DPPH e ORAC, as amostras de folhas tiveram os melhores resultados, seguidos das amostras de flores e néctares. O mesmo padrão foi observado no teste de quantificação do teor de fenóis totais. Na caracterização dos compostos bioativos em folhas e flores foi possível detectar predominância de compostos fenólicos (ácido caféico, ácido ferúlico e rutina) e carotenóides (luteína, zeaxantina e β -caroteno). Em ambas as análises, as amostras de

folhas e flores apresentaram maior concentração quando comparadas com os néctares. Diante dos resultados, é possível concluir primeiramente que o néctar de *S.campanulata* apresenta atividade inseticida e que essa ação pode ser promovida por proteínas com efeito tóxico direto ou indireto aos insetos. As folhas e flores da espécie podem servir como uma fonte interessante de metabólitos secundários, com atividade fitoterápica e antioxidante, de destacado interesse industrial nas áreas alimentícia, farmacêutica e cosmetológica.

PALAVRAS-CHAVE:

Atividade inseticida, *Spathodea campanulata*, compostos bioativos, fitoterápicos, metabólitos secundários.

Santos, H.M.S. Characterization of insecticidal activity and antioxidant capacity of *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae). 2016. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ABSTRACT

The family Bignoniaceae consists of species that are spread several parts of globe, but in Brazil is most commonly found in areas of Cerrado, Atlantic Forest and Amazon. Within this big family we can highlight the *Spathodea campanulata*, a species with peculiar characteristic, it has insecticidal and medicinal activity, depending on the plant organ used. Nowadays industries and companies from different fields, they have been investing in studies for the identification and extraction of plant compounds with bioactivity, since they can be beneficial to human health and less harmful to the environment when compared to synthetic chemicals. Due to the present demand for studies of plant species capable of producing bioactive compounds and characteristics of *Spathodea campanulata*, the study aimed to evaluate the insecticidal potential of specie's nectar on *Euschistus heros*, *Helicoverpa zea* e *Anticarsia gemmatilis*. It also analyzed capacity antioxidant of flowers, leaves and nectar of species by antioxidant tests (ORAC, DPPH e FRAP) and quantification of phenolic compounds and carotenoids by HPLC. The insecticidal tests showed significant toxic activity of nectar on insects *Euschistus heros* (Fabr.), *Helicoverpa zea* (Boddie) and *Anticarsia gemmatilis* (Hübner). Later analysis of the nectar by SDS-PAGE and 2D-PAGE revealed a set of "spots" that can be proteins or even peptides responsible for insecticidal activity. In the oxidant tests, TBARS and Albumin degradation oxidative test, were observed high oxidant activity of undenatured nectar compared to the denatured. In relation to the evaluation of the antioxidant capacity by the methods of FRAP, DPPH and ORAC, the leaf samples had the best results, followed by the samples of flowers and nectars. The same pattern was observed in the test quantification total phenols. In the characterization of bioactive compounds in leaves and flowers, it was possible detect predominantly phenolic compounds (caffeic acid, ferulic acid and rutin), and carotenoids (lutein, zeaxanthin and β -carotene). In both analyses, the samples of leaves and flowers showed higher concentration compared with nectars. Based on the results, we can first conclude that the *S.campanulata*'s nectar *campanulata* has insecticidal activity and that this action can be promoted by proteins with direct or

indirect toxic effect on insects. The leaves and flowers of this species can serve as an interesting source of secondary metabolites, with phytotherapeutic and antioxidant activity, of industrial interest in food, pharmaceutical and cosmetology areas.

KEYWORDS:

Insecticidal activity, *Spathodea campanulata*, bioactive compounds, phytotherapeutic, secondary metabolites.

1. INTRODUÇÃO

A família Bignoniaceae é constituída por 113 gêneros e 800 espécies, composta por plantas arbustivas, arbóreas e trepadeiras. As espécies deste táxon encontram-se distribuídas nas regiões tropicais de todo o mundo, sendo de ocorrência freqüente no continente americano (Carvalho et al., 2009). No Brasil, plantas desta família ocorrem desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul, não possuindo um habitat único, podendo ser encontradas nos Cerrados, Mata Atlântica e região Amazônica (Lorenzi, 2008).

Dentro desta família a espécie *Sphatodea campanulata* P. Beauv. (Bignoniaceae) caracteriza-se por ser de origem africana e introduzida no Brasil como árvore ornamental (Cintra et al, 2005). Suas flores são avermelhadas e apresentam grande quantidade de néctar (Trigo e Santos, 2000). A espécie apresenta duas características peculiares, a primeira delas é a capacidade de produzir substâncias tóxicas, presentes no néctar, para insetos e pequenas aves e também produzir compostos com atividade medicinal, que estão contidos principalmente em na casca, folhas e flores (Trigo e Santos, 2000; Gisp, 2005; Andreu e Vilà, 2010).

Bioativos de origem vegetal como fenóis, carotenóides, vitaminas, alcalóides e mesmo metabólitos primários como proteínas, vem sendo estudados amplamente por cientistas de diferentes áreas, já que tais compostos podem ser aplicados em diversas áreas, desde em indústrias farmacêuticas e cosmetológicas até empresas que trabalham com agroquímicos (Mariutti e Bragagnolo, 2007).

Algumas classes de compostos como os fenóis, vitaminas e carotenóides são conhecidos por serem benéficos a saúde humana, pois podem apresentar atividades anti-inflamatória, antialérgica, antitrombótica, antimicrobiana e antineoplásica, tais atividades são possíveis devido a sua capacidade antioxidante (Lima et al., 2006). Os antioxidantes são caracterizados como compostos químicos que são capazes de prevenir ou diminuir os danos oxidativos ocasionados por radicais livres em lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, ou seja, os antioxidantes possuem a capacidade de reagir com os radicais livres e assim restringir os efeitos maléficos ao organismo (Monteiro et al., 2005).

Os compostos fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agentes antipatogênicos e contribuírem na pigmentação, adstringência e estabilidade oxidativa. A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as

quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (Aherne e O'Brien, 2002). Dentro das classes dos compostos fenólicos podemos destacar os flavonóides, que são antioxidantes naturais presentes em muitas hortaliças, frutas e verduras (Lin et al., 2008).

Outra classe de metabólitos secundários com atividade antioxidante comprovada cientificamente são os carotenóides (Azevedo-Meleiro e Rodriguez Amaya, 2004). Nas plantas eles atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Nos cromoplastos, eles são depositados na forma cristalina (ex. tomates e cenouras) ou como gotículas de óleo (ex. manga e páprica) (Kurz et al., 2008). O consumo de frutas e hortaliças com alto teor de carotenóides tem apresentado, também, uma relação inversa com o risco de desenvolvimento de câncer (Krinsky, 1989; Araújo et al., 2007).

Além dos compostos com atividade antioxidante, espécies vegetais também têm a capacidade de produzir substâncias que possuem atividade inseticida, e exemplos de substâncias com tal capacidade são as piretrinas, rotenona, nicotina, cevadina, veratridina, rianodina, quassinoides, azadiractina, biopesticidas voláteis, algumas proteínas e peptídeos (Barbaro et al., 2005). Classes de proteínas com atividade inseticida têm sido muito estudadas no presente momento por especialistas da área agronômica para fins de melhoramento genético (Ferrer et al., 2008). Um exemplo de proteína com atividade inseticida já provada é a canatoxina, essa substância quando ingerida pelo inseto acaba atuando no processo de digestão do indivíduo diretamente nas enzimas proteolíticas (Vasconcelos et al., 2008; Stanisquaski et al., 2009).

Cientistas da área agronômica acreditam que a busca por plantas capazes de produzir substâncias inseticidas vem crescendo cada vez mais, pois tais compostos podem vir a minimizar alguns obstáculos, como a contaminação ambiental, altos custos na compra e desenvolvimento de defensores químicos e também diminuir a presença de agrotóxicos nos alimentos (Salvador, 2006).

Assim, devido às características já relatadas sobre a espécie *Sphatodea campanulata* e a busca de compostos de origem vegetal tanto para serem empregados na área alimentícia, médica e até agronômica, o projeto foi importante para verificar se a espécie africana tem mesmo capacidade de produzir compostos com ambas às

atividades e quais são os órgãos que apresentavam mais ou menos cada uma dessas atividades.

5 - Referências

- AMUSAN, O.O.G.; ADESOGAN, E.K.; MAKINDE, J.M. Antimalarial active principles of *Spathodea campanulata* stem bark. *Phytotherapy Research*, v.10, n.8, p.692-693, 1996.
- ANDARWULAN, N.; KURNIASIH, D.; APRIADY, R.A.; RAHMAT, H.; ROTO, A.V.; BOLLING, B.W. Polyphenols, carotenoids, and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables. *Journal of Functional Foods*, v.4, p.339-347, 2012.
- ANDRADE, C.A.; WIEDENFELD, H. Hypoglycemic effect of *Acosmium panamense* bark on streptozotocin diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v.90, p.217-20, 2004.
- ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P.D.; PATSALIDES, E.; MCDONALD, S.; ROBARDS, K. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*, v.127, p.183-198, 2002.
- ANTONISAMY, J.M.; APARNA, J.S.; JEEVA, S.; SUKUMARAN, S.; ANANTHAN, B. Preliminary phytochemical studies on the methanolic flower extracts of some selected medicinal plants from India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v.2, p.79-82, 2012.
- ASOLINI, F.C.; TEDESCO, A.M.; CARPES, S.T. Atividade antioxidante e antimicrobiana dos compostos fenólicos dos extratos de plantas usadas como chás. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.9, n.3, p. 209-215, 2006.
- BANERJEE, A.; DE, B. Anthocyanins in some flowers of West Bengal. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, v.23, p.600-604, 2001.
- BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, v.239, p.70-76, 1996.
- BIRT, D.F.; HENDRICH, S.; WANG, W. Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, v.90, p.157-177, 2001.
- BOLIGON, A.A.; PEREIRA, R.P.; FELTRIN, A.C.; MACHADO, M.M.; JANOVIK, V.; ROCHA, J.B.T.; ATHAYDE, M.L. Antioxidant activities of flavonol derivatives from the leaves and stem bark of *Scutia buxifolia* Reiss. *Bioresource Technology*, v.100, p.6592-6598, 2009.
- BOLLING, B.W.; CHEN, Y.Y.; KAMIL, A.G.; CHEN, C.Y. Assay dilution factors confound measures of total antioxidant capacity in polyphenol-rich juices Polyphenols, carotenoids, and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables. *Journal of Food Science*, v.77, p.69-75, 2012.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v.28, p.25-30, 1995.

CARVALHO, C.A.; LOURENÇO, M.V.; BERTONI, B.W.; FRANÇA, S.C.; PEREIRA, P.S.; FACHIN, A.L.; PEREIRA, A.M.S. Atividade antioxidante de *Jacaranda decurrens* Cham., Bignoniaceae. Revista Brasileira de farmacognosia, v.19, p.592-598, 2009.

CARTEA, M.E.; FRANCISCO, M.; SOENGAS, P.; VELASCO, P. Phenolic compounds in Brassica vegetables. Molecules, v.16, p.251-280, 2011.

CHUNG, H.Y.; HELEN, M.R.; ELIZABETH, J.J. Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. The Journal of Nutrition, v.134, p.1887-1893, 2004.

DHANABALAN, R.; DOSS, A.; BALACHANDAR, S.; KEZIA, E.; JAGADEESWARI, M.; KARTHIK, M. In vitro Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of Organic Leaf Extracts of *Spathodea campanulata* P. Beauv against Hospital Isolated Bacterial Strains. Ethnobotanical Leaflets, v.12, p.1022-28, 2008.

DE OLIVEIRA, A.C.; VALENTIM, I.B.; GOULART, M.O.F.; SILVIA, C.A.; BECHARA, E.J.H.; TREVISAN, M.T.S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. Química Nova, v. 32, n.3, p. 689-702, 2009.

EL-HELA, A. A. Phenolics from *Spathodea campanulata* Beauv. Leaves. Al-Azhar Journal of Pharmaceutical Sciences, v.27, p.152-162, 2001a.

EL-HELA, A. A. A new iridoid glucoside from *Spathodea campanulata* Beauv. leaves. Al-Azhar Journal of Pharmaceutical Sciences, v.27, p.115-120, 2001b.

ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M.C. Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. Analytica Chimica Acta, v.427, p.119-127, 2001.

GODZIEN, J.; CIBOROWSKI, M.; ÂNGULO, S.; RUPEREZ, F.J.; MARTÍNEZ, M.P.; SEÑORANS, F.J.; CIFUENTES, A.; IBAÑEZ, E.; BARBAS, C. Metabolomic approach with LC-QTOF to study the effect of a nutraceutical treatment on urine of diabetic rats. Journal of Proteomic Research, v.10, p.837-844, 2011.

HEIM, S.C.; GUARNIER, F.A. ; FERREIRA, D.T.; BRAZ-FILHO, R.; CECCHINI, R.; CECCHINI, A.L. Antioxidant activity of *Spathodea campanulata* (Bignoneaceae) extracts. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.14, n.2, p.287-292, 2012.

ILLODIGWE, E.E.; AKAH, P.A.; OKOYE, T.C.; OMEJE, E.O. Anticonvulsant effects of a glycoside isolated from the leaf of *Spathodea campanulata* P. Beauv. Journal of Medicinal Plants Research, v.4, n.18, p.1895-1900, 2010.

JOLY, A.B. Botânica. 7.ed. São Paulo: Editora Nacional, 1985. 723p.

LIMA, C.S.A.; AMORIM, E.L.C.; SENA, K.X.F.R.; CHIAPPETA, A.A.; NUNES, X. P.; AGRA, M.F.; CUNHA, E.L.; SILVA, M.S.; FILHO, J.M. Antimicrobial activity of

a mixture of two isomeric phenylpropanoid glycosides from *Arrabidaea harleyi* A.H. Gentry (Bignoniaceae). Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.1, p.77-81, 2003.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; RÉMÉSY, C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. American Society for Clinical Nutrition, v.81, p.230-242, 2005.

MENDES, N.M.; SOUZA, C.P.; ARAÚJO, N.; PEREIRA, J.P.; KATZ, N. Atividade moluscicida de alguns produtos naturais sobre *Biomphalaria glabrata*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v.81, p.87-91, 1986.

MILBURY, P.E.; CHEN, C.Y.; DOLNIKOWSKI, G.G.; BLUMBERG, J.B. Determination of flavonoids and phenolics and their distribution in almonds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.54, p.5027-5033, 2006.

NAGARAJA, M.S.; PADMAA, M.P. *Millingtonia hortensis* Linn. – a review. Pharmacology online, v.2, p.597-602, 2011.

NAZIF, N.M. Phytochemical and antioxidant activity of *Spathodea campanulata* P.Beauvois. growing in Egypt. Natural Product Sciences, v.13, n.1, p.11-16, 2007.

NIYONZIMA, G.; LAEKEMAN, G.; WITVROUW, M.; VAN POEL, B.; PIETERS, L.; PAPER, D.; CLERCQ, E.; FRANZ, G.; VLIETINCK, A. J. Hypoglycemic, anticomplement and anti-HIV activities of *Spathodea campanulata* stem bark. Phytomedicine, v.6, n.1, p.45-49, 1999.

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação das abelhas indígenas sem ferrão. Primeira edição, Nogueirapis, São Paulo, 1997.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. Journal of Natural Products, Cincinnati, v.63, n. 7, p. 1035- 1042, 2000.

PORTUGAL-ARAÚJO, V. O perigo de dispersão da Tulipeira do Gabão (*Spathodea campanulata* Beauv.). Chácaras e Quintais, v.107, p.562-563, 1963.

SHAH, N.A.; KHAN, M.R.; SATTAR, S.; AHMAD, B.; MIRZA, B. HPLC-DAD analysis, antioxidant potential and anti-urease activity of *Asparagus gracilis* collected from District Islamabad. BMC Complementary and Alternative Medicine, v.14, p. 344-347, 2014.

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

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, v.299, p.152-178, 1999.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.19, p.669-675, 2006.

TINOI, J.; RAKARIYATHAM, N.; DEMING, R.L. Determination of Major Carotenoid Constituents in Petal Extracts of Eight Selected Flowering Plants in the North of Thailand. *Chiang Mai Journal of Science*, v.33, n.2, p.327-334, 2006.

ZADRA, M.; PIANA, M.; BRUM, T.F.; BOLIGON, A.A.; FREITAS, R.B.; MACHADO, M.M.; STEFANELLO, S.T.; SOARES, F.A.A.; ATHAYDE, A.L. Antioxidant activity and phytochemical composition of the leaves of *Solanum guaraniticum* A. St.-Hil. *Molecules*, v.17, p.12560-12574, 2012.