

***Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raffin (Fabaceae)**

***Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raffin (Fabaceae)**

López, R. E. S.

Laboratório de Química de Produtos Naturais, Instituto de Tecnologia de Fármacos, FIOCRUZ, Avenida Brasil 4365, Mangueiras, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Resumo

As árvores de *Delonix regia*, também conhecidas por flamboyant, pertencem a família das leguminosas (Fabaceae), são nativas da ilha de Madagascar e adaptaram-se muito bem nas regiões tropicais de todo o mundo. Apesar de serem amplamente utilizadas para propósitos ornamentais, moléculas bioativas têm sido isoladas de seus diferentes órgãos como derivados de aminoácidos, carotenóides, galactomananas, lecitinas e inibidores enzimáticos e seus potenciais farmacológicos são objetos de investigação. Os extratos de *D. regia* e suas moléculas bioativas têm sido avaliados em ensaios contra bactérias, fungos, insetos e alguns parasitos como o plasmódio e os resultados obtidos mostraram-se promissores. Este trabalho tem como objetivo compilar estes resultados e discutir as possíveis aplicações biotecnológicas desta planta.

Abstract

Delonix regia trees, also known as flamboyant, belong to the legume family (Fabaceae) are native to the island of Madagascar and has adapted very well in tropical regions of the world. Despite being widely used for ornamental purposes, many bioactive molecules have been isolated such as derivatives of amino acids, carotenoids, galactomannans, lectins and enzyme inhibitors and their pharmacological potentials have been investigated. The extracts of *D. regia* and its bioactive molecules has been evaluated in trials against bacteria, fungi, insects and some parasites such as *Plasmodium* and the results were promising. This manuscript aims to compile these results and discuss the possible biotechnological applications of this plant.

Introdução

As árvores de *Delonix regia*, principalmente conhecidas aqui no Brasil por flamboyant, e também por flor-do-paráiso, pau-rosa, ponciana real e acácia-rubra, pertencem a família das leguminosas (Fabaceae) e subfamília Caesalpinioideae e foram descritas e identificadas por Bojer ex Hook. em 1880 (LÉANDRI, 1938). É uma árvore de médio porte, nativa da ilha de Madagascar no continente africano que adaptou-se muito bem nas regiões tropicais do mundo. A *D. regia* é muito cultivada pelo seu grande valor ornamental, e no Brasil é usada na arborização de ruas, praças e jardins. Esta

*Correspondência:

E-mail: rlopez@far.fiocruz.br

Unitermos: *Delonix Regia*, Moléculas Bioativas, Potencial Farmacológico.

Key Words: *Delonix Regia*, Bioactive Molecules, Pharmacological Purpose.

árvore é muito apreciada pela beleza de suas flores, que são vermelhas e alaranjadas e suas vagens são compridas e grandes, contendo em média 20 sementes, com valvas que se enroscam e abrem na maturação, lançando as sementes à curta distância (Figura 1). Em algumas regiões do Caribe suas sementes são apreciadas como iguarias, quando trituradas e consumidas cruas (PANDO et al., 2001). Apesar de serem amplamente utilizadas para propósitos ornamentais, algumas de suas moléculas bioativas têm sido purificadas e caracterizadas e o potencial farmacológico destas moléculas e também de extratos de diferentes órgãos da planta têm sido investigados.

Figura 1 – *Delonix regia* (B.H. van Nooten, 1880) (fonte: Lèandri, 1938)

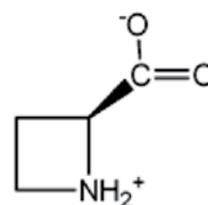


Principais moléculas isoladas e caracterizadas

Os trabalhos iniciais de fitoquímica de *D. regia* evidenciaram a presença marcante do ácido carboxílico 2-azetidino (Aze) (Figura 2) em todas as partes do vegetal

fresco, mas não na planta seca (SUNG; FOWDEN, 1969). É um iminoácido homólogo à prolina que não constitui proteínas, encontrado apenas em plantas, especialmente nas leguminosas, principalmente na fase de germinação (FOWDEN, 1956). Contudo, quando a planta é consumida por um predador, esta molécula é prontamente incorporada às proteínas nascentes durante a síntese, pois o RNA transportador não distingue entre prolina e Aze, formando proteínas defeituosas e com funções alteradas. O Aze diminui o crescimento da vegetação competidora e provoca uma série de efeitos tóxicos e teratogênicos que levam a malformações em pequenos mamíferos como hamsters, camundongos e coelhos e morte aguda de insetos. Em casos de consumo humano de *D. regia* foi observado que a incorporação do Aze altera a estrutura do colágeno, queratina, hemoglobina e em outras proteínas, contudo faltam estudos toxicológicos detalhados para elucidar o efeito tóxico desta molécula nas populações humanas (RUBENSTEIN et al., 2009). O mecanismo de ação do Aze sugere que ele possa ser utilizado como inseticida ou herbicida e sua grande vantagem reside no fato de ser pouco volátil e apenas é tóxico para o homem se consumido por via oral.

Figura 2- Estrutura química do Aze



Outro aminoácido não proteínogênico encontrado em abundância nas sementes de *D. regia* é o *trans*-3-hidroxi-L-prolina que demonstrou efeito inibitório sobre o crescimento de mudas de feijões e efeito anti-alimentar em lagartas predadoras de cultivos de importância comercial. Além disso, as mudas de *Delonix* também apresentaram grandes teores de outros aminoácidos não proteínogênicos como o ácido γ -metileno glutâmico e a γ -metileno glutamina, ainda que seus papéis biológicos não tenham sido estudados (SUNG; FOWDEN, 1968). É

importante ressaltar que o metabolismo protéico das leguminosas é mais intenso do que o da maioria das plantas, sendo assim, explorar os intermediários da síntese destas moléculas é de grande importância visto que são moléculas bioativas com grande potencial de aplicabilidade. Um possível uso da *trans*-3-hidroxi-L-prolina seria no controle de pragas ou como herbicida.

A coloração típica das flores de *D. regia* levantou a possibilidade da presença de carotenos e um estudo minucioso comprovou a grande riqueza destas moléculas nas diferentes partes de suas flores. Foram encontrados desde carotenóides hidrocarbonados como β -caroteno, α - e β -zeacarotenos, especialmente o licopeno; carotenóides monohidróxidos de xantofilas e epóxidos de carotenos hidrocarbonados como luteína, criptoxantina, rubixantina e até carotenóides di- e polihidroxixantofilas e seus epóxidos como flavoxantina, anteraxantina, violaxantina, auroxantina, neoxantina e crisantemaxantina (JUNGALWALA; CAMA, 1962). Nas plantas, estes são pigmentos acessórios que captam energia luminosa para a fotossíntese e constituem a unidade estrutural básica dos aparatos fotossintéticos. São fotoprotetores e conferem distintas cores às flores para atrair insetos polinizadores e dispersadores de sementes; participam do controle da expressão gênica durante a formação da clorofila e do desenvolvimento da planta. Também são antifúngicos, além de contribuir para o sabor e o aroma de flores e frutos, e finalmente são os precursores para a síntese do ácido abscísico (LU; LI, 2008). Os carotenóides são precursores da vitamina A e essenciais na dieta. Sua deficiência causa cegueiras e degeneração de ossos e epitélios. São excelentes antioxidantes neutralizando os radicais livres do oxigênio. Muitas condições degenerativas como câncer, ateroscleroses, infartos, catarata, degeneração macular da retina, imunosenescência, são desencadeadas por estes radicais (FRASER; BRAMLEY, 2004). O consumo das flores de *D. regia* seria uma possibilidade nutricional para garantir o suprimento de carotenóides em populações de regiões tropicais.

É importante chamar atenção para o fato de que as flores de *D. regia* são ricas em antocianinas que, juntamente com os carotenóides, são responsáveis pela coloração de suas pétalas, de onde foram purificadas e caracterizadas três destas substâncias: glicosídeo de

3-O-cianidina, rutenosídeo de 3-O-cianidina e rutenosídeo de 3-O-pelargonidina, sendo que as duas últimas foram identificadas ali pela primeira na natureza (ADJE et al., 2008). É possível que estas moléculas possam ter atividades microbicidas e bactericidas, visto que as populações utilizam infusões de flores com altos teores destas substâncias para tratar infecções variadas.

As sementes de *D. regia* também possuem um grande conteúdo de galactomananas que são heteropolissacarídeos altamente ramificados, consistindo de um esqueleto central de manose em ligação α 1-4, e cadeias laterais de galactose, em ligações β 1-4 e β 1-6 (KAPOOR, 1972). A razão entre D-manose e D-galactose é de 4:1, além de apresentar resíduos terminais de α -D-galactose no esqueleto central (TAMAKI, et al., 2010). As galactomananas são frequentemente usadas como gomas para aumentar a viscosidade da fase aquosa em alimentos. Em medicamentos, as gomas de galactomananas de *D. regia* foram usadas como aglutinantes. Baixas concentrações desta goma melhoraram o equilíbrio entre a associação e desintegração de comprimidos, quando uma rápida desintegração é desejada. Quando uma desintegração mais lenta é desejada, é utilizada em altas concentrações (ADETOGUN; ALEBIOWU, 2009).

As sementes de *D. regia* também são fontes de um inibidor de serino-proteases, que é um polipeptídeo da família Kunitz que inibe de modo bastante específico a tripsina e as calicreínas humanas (PANDO, et al., 2001; KRAUCHENCO, 2003). O potencial de emprego deste polipeptídeo é muito amplo, visto que inibe enzimas essenciais à vida. É importante ressaltar que a calicreína, uma serino-protease, participa da ativação das cascatas de coagulação e também media a formação de potentes vasodilatadores e hipotensores e, portanto, poderia este inibidor de *D. regia* poderia ser empregado no tratamento de distúrbios da hemostasia e cardiovasculares, contudo estudos clínicos ainda não foram conduzidos neste sentido. Os inibidores de proteases despertam muito interesse e são usados no tratamento de várias enfermidades como AIDS, distúrbios da hemostasia e hipertensão (SILVA-LÓPEZ, 2009). Além disso, este inibidor interfere no metabolismo de pragas que atacam arroz, milho e trigo como *Anagasta kuehniella* e *Corcyra cephalonicade*, indicando um importante potencial pra-

guicida das sementes de *D. regia* (MACEDO, et al., 2009).

As lectinas são glicoproteínas que se ligam com grande especificidade aos carboidratos nas superfícies celulares e mediam fenômenos de reconhecimento e interações celulares, proliferação, diferenciação e morte celular; formação de órgãos, migração celular, defesa imunológica, metástases em condições fisiológicas e patológicas. Embora tenham sido identificadas primeiramente em plantas, as lectinas estão amplamente distribuídas na natureza e suas funções nas plantas não estão definidas; possivelmente participam do armazenamento ou transporte de carboidratos em sementes, na inibição do crescimento de fungos ou são inseticidas. As lectinas de leguminosas são as mais estudadas (DE HOFF et al., 2009). Em sementes de *D. regia* foi purificada e caracterizada uma lectina do grupo das manose/glicose que não aglutina eritrócitos humanos, assemelhando-se com as lectinas de ervilhas e lentilhas. Sua seqüência de aminoácidos é 90% homóloga com outras lectinas de leguminosas (PANDO et al., 2002). O grande interesse das lectinas na pesquisa científica deve-se às suas diversas atividades biológicas, além da identificação de grupos sanguíneos, da caracterização de microorganismos e da estimulação mitogênica de células e são excelentes na resposta contra infecções bacterianas.

Os insetos são responsáveis por importantes perdas em culturas, já que se alimentam diretamente de tecidos vegetais. Em contrapartida, as plantas desenvolveram diversos compostos de defesa, que incluem os inibidores enzimáticos. Os inibidores de α -amilase – enzima digestiva que hidrolisa as ligações α 1-4 do amido e glicogênio – impedem a digestão nos insetos predadores, levando-os à privação energética e morte (FRANCO et al., 2002). Em sementes de *D. regia* foram identificados 4 inibidores de α -amilase que provocaram uma redução marcante no desenvolvimento e no aumento da mortalidade de gorgulho do feijão-caupi, *Callosobruchus maculatus*, e no bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis*. (ALVES et al., 2009). Estes insetos são importantes predadores de cereais estocados. Culturas transgênicas modificadas com genes dos inibidores de amilase de *D. regia* certamente seriam mais resistentes ao ataque de predadores e apresentariam um alto valor nutricional e comercial.

Principais ações farmacológicas de *Delonix regia*

Muitas populações de diversos países tropicais utilizam extratos de diferentes órgãos de *D. regia* como antibióticos caseiros para tratar inflamações variadas (SAMMOUR, et al., 1992). A partir das observações do seu uso popular, o poder inibitório de diferentes extratos de *D. regia* sobre o crescimento de diversos organismos tem sido investigado e estes tem demonstrado eficácias variadas. Os extratos etanólicos de flores de *D. regia*, exibiram grande poder moluscicida contra o caramujo *Biomphalaria glabrata*, que é o hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*, agente etiológico da esquistossomose mansônica, parasitose encontrada exclusivamente no interior do Brasil. Além disso, estes extratos, não demonstraram toxicidade para organismos aquáticos (MENDES, et al., 1986), podendo assim, serem usados em coleções de águas para eliminar o vetor desta doença.

A investigação da atividade bactericida de *D. regia* foi inicialmente estudada em extratos de sementes junto com várias outras leguminosas. O poder inibitório dos extratos aquosos (contendo enzimas, peptídeos e lectinas) e dos extratos etanólicos (contendo saponinas e alcalóides) de *D. regia* foi mais importante sobre o crescimento em cultura de *Bacillus megaterium*, *Serratia marcescens*, *Corynebacterium xerosis*, *Staphylococcus aureus* (SAMMOUR et al., 1992). Num outro estudo de triagem da atividade antimicrobiana com 16 plantas da subfamília Caesalpinioideae, os extratos hexânicos e metanólicos de *D. regia* inibiram efetivamente o crescimento de *Bacillus cereus*, *Shigella sonii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes* (ALIA et al., 1999). O *S. aureus* é uma das principais e mais virulentas das bactérias e está associado a uma enormidade de enfermidades que incluem gastroenterites, endocardites, osteomielites, pneumonias, além de ser um dos principais agentes das infecções hospitalares. A busca de novas estratégias para o controle desta bactéria levou o prosseguimento de estudos com *D. regia*. Extratos etanólicos das flores demonstram importante atividade inibidora do crescimento de *S. aureus* metilina-resistentes produtores de β -lactamase e *S. aureus* metilina-sensíveis. É sabido que esta enzima hidrolisa os anéis lactâmicos de alguns antibióticos e sua expressão confere resistência a cepas bacterianas. A ati-

vidade bactericida observada está possivelmente associada à presença de alcalóides, glicosídeos, flavonóides, fenóis ou saponinas (AQIL et al., 2005). Outro trabalho do mesmo grupo demonstrou que os mesmos extratos apresentaram ampla especificidade na inibição do crescimento de bactérias com múltipla resistência a drogas e um amplo espectro de enterobactérias produtoras de β -lactamases. Além disso, esses extratos interagiram de modo sinérgico com a tetraciclina, cloranfenicol e ciprofloxacina contra *S. aureus* e *Escherichia coli* em cultura (AQIL, AHMAD, 2007). As vagens de *D. regia* também demonstraram atividade bactericida. O extrato aquoso e o metanólico foram ensaiados contra culturas de *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Proteus vulgaris* e *Salmonella typhimurium*. Apenas o extrato metanólico inibiu o crescimento de *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus epidermidis* indicando uma menor variedade de substâncias bactericidas nas vagens e, portanto, uma especificidade de ação mais restrita do que para os outros órgãos da planta (PAREKH et al., 2005).

Delonix regia também demonstrou importante atividade antifúngica. Estudos com várias plantas medicinais indianas demonstraram que os extratos aquosos obtidos por decocção de cascas de *D. regia* quando incorporados em ágar, demonstraram as maiores atividades contra o crescimento de fungos dermatófilos como *Trichophyton tonsurans*, *T. rubrum*, *T. simii*, *Trichosporon beigeli*, *Microsporum fulvum*, *M. gypseum* e *Candida albicans* (DUTTA, et al., 1998). Já os extratos etanólicos e metanólicos da planta inteira foram inibidores do crescimento de *Trichophyton longifuses*, *Pseudallescheria boydi*, *Candida albicans*, *Microsporum canis* e *Fusarium solani* (ALIA et al., 1999). Por outro lado, extratos aquosos e apolares de suas folhas não foram capazes de inibir o crescimento de várias espécies de *Aspergillus* que contaminam grãos e secretam toxinas com grande potencial carcinogênico, genotóxico, teratogênico, nefrotóxico, hepatotóxico, desordens reprodutivas e imunossupressão (SATISH, et al., 2007).

A atividade antimalárica da *D. regia* foi avaliada em um estudo clínico usando outras ervas nativas da África em uma fórmula conhecida como AM-1 feita por decocção

de órgãos secos de *Jatropha curcas*, *Gossypium hirsutum*, *Physalis angulata* e *Delonix regia*. Neste ensaio, portadores infectados com *Plasmodium falciparum* e *P. Malariae* foram hospitalizados, e após 12 dias de tratamento, os parasitos foram totalmente eliminados do sangue periférico, sem qualquer sinal de toxicidade observado nos pacientes (ANKRAH et al., 2003). A resistência dos plasmódios à cloroquina, o alto custo de outras drogas antimaláricas e o baixo acesso a elas pela maioria da população têm levado ao desenvolvimento de medicamentos baseados em ervas para tratar a malária com poucos ou nenhum efeito colateral.

Além do poder microbicida já conhecido de extratos e substâncias isoladas de *D. regia*, foi discutido anteriormente a presença de carotenóides em suas flores e seu poder antioxidante. Um estudo mais detalhado demonstrou que extratos de pétalas, com altos teores de compostos fenólicos, antocianinas e carotenóides, são potentes neutralizadores de ânions superóxidos, íon hidroxil, óxido nítrico e peróxido de hidrogênio, que são as principais espécies ativas causadoras de danos teciduais e promotoras de doenças. Além disso, estes extratos impediram a peroxidação *in vitro* de lipídeos de membrana de células de rim e cérebro de rato e *in vivo* foram capazes de diminuir drasticamente os níveis séricos de lipoperóxidos em camundongos, evitando a peroxidação de lipídeos de membrana e consequentemente o dano celular (JYOTHI et al., 2007).

Conclusão

A revisão da literatura indica que os extratos e substâncias isoladas de *D. regia* asseguram um grande potencial para aplicações alimentícias e farmacêuticas, ainda que uma série de estudos bioquímicos, farmacológicos, toxicológicos e clínicos ainda seja necessária para comprovar sua eficácia e baixa toxicidade antes de serem usados na população.

Referências

ADETOGUN, G.E.; ALEBIOWU, G. Properties of *Delonix regia* seed gum as a novel tablet binder. *Acta Polica Pharmacology*, v.66, p.433-438, 2009.

- ADJE, F.; LOZANO, Y.F.; MEUDEC, E.; LOZANO, P.; ADIMA, A.; N'ZI, G.A.; GAYDOU, E.M. Anthocyanin Characterization of pilot plant water extracts of *Delonix regia* flowers. *Molecules*, v.13, p.1238-1245, 2008.
- ALIA, M.S.; AZHARB, I.; AMTULA, Z.; AHMADA, V.U.; US-MANGHANIB, K. Antimicrobial screening of some Caesalpiniaceae. *Fitoterapia*, v.70, p.299-304, 1999.
- ALVES, D.T.; VASCONCELOS, I.M.; OLIVEIRA, J.T.A.; FARIAS, L.R.; DIAS, S.C.; CHIARELLO, M.D.; MARIA-NETO, S.; FRANCO, O.L. Identification of four novel members of Kunitz-like α -amylase inhibitors family from *Delonix regia* with activity toward Coleopteran insects. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v.95, p.166-172, 2009.
- ANKRAH, NA; KYARKO, A.K.; ADDO, P.G.A. Evaluation of efficacy and safety of a herbal medicine used for the treatment of malaria. *Phytotherapy Research*, v.17, p.697-701, 2003.
- AQIL, F.; AHMAD, I. Antibacterial properties of traditionally used Indian medicinal plants. *Methods Find Experimental Clinical Pharmacology*, v.29, p.79-92, 2007.
- AQIL, F.; KHAN, M.S.; OWAIS, M.; AHMAD, I. Effect of certain bioactive plant extracts on clinical isolates of beta-lactamase producing methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Basic Microbiology*, v.45, p.106-114, 2005.
- DE HOFF, P.L.; BRILL, L.M.; HIRSCH, A.M. Plant lectins: the ties that bind in root symbiosis and plant defense. *Molecular Genetics and Genomics*, v.282, p.1-15, 2009.
- DUTTA, B.K.; RAHMAN, I., DAS, T.K. Antifungal activity of Indian plant extracts. *Mycoses*, v.41, p.535-536, 1998.
- FOWDEN, L. Azetidine-2-carboxylic Acid: a New Cyclic Imino Acid Occurring in Plants. *Biochemical Journal*, v.323-331, p.116-119, 1956.
- FRANCO, O.L.; RIGDEN, D. J.; MELO, F.R.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Plant α -amylase inhibitors and their interaction with insect α -amylases: Structure, function and potential for crop protection. *European Journal of Biochemistry*, v. 269, p. 397-412, 2002.
- FRASER, P.D., BRAMLEY, P.M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research*, v.43, p.228-265, 2004.
- JUNGALWALA, F.B.; CAMA, H.R. Carotenoids in *Delonix regia* (Gul Mohr) flower. *Biochemical Journal*, v.85, p.1-8, 1962.
- JYOTHI, M.; VEIGAS, J.M.; MANDAYAM, J.; NARAYAN, S.; KOTAMBALLI, N.; CHIDAMBARAMURTHY, V.; NEELWARNE, B. Antioxidative Efficacies of Floral Petal Extracts of *Delonix Regia* Rafin. *International Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, v.1, p.73-82, 2007.
- KAPOOR, V. P. A galactomannan from the seeds of *Delonix regia*. *Phytochemistry*, v.11, p.1129-1132, 1972.
- KRAUCHENCO, S., PANDO, S.C., MARANGONI, S., POLIKARPOVA, I. Crystal structure of the Kunitz (STI)-type inhibitor from *Delonix regia* seeds. *Biochemical and Biophysical Research Communications* v.312, p.303-1308, 2003.
- LÉANDRI, J. 1938. La forêt de l'Antsingy. *La Terre et la Vie*, v.85, p.18-27, 1938.
- LU, S.; LI, L. Carotenoid Metabolism: Biosynthesis, Regulation, and Beyond *Journal of Integrative Plant Biology*, v.50, p.778-785, 2008.
- MACEDO, M.L.; PANDO, S.C.; CHEVREUIL, L.R.; MARANGONI, S. Properties of a Kunitz-type trypsin inhibitor from *Delonix regia* seeds against digestive proteinases of *Anagasta kuehniella* (Z.) and *Corcyra cephalonica* (S.) (Lepidoptera: Pyralidae). *Protein Peptide Letter*, v.16, p.1459-1465, 2009.
- MENDES, N.M.; DE SOUZA, C.P.; ARAÚJO, N.; PEREIRA, J.P.; KATZ, N. Molluscicide activity of some natural products on *Biomphalaria glabrata*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.81, p.87-91, 1986.
- PANDO, S.C., OLIVA, M.L.V, SAMPAIO, C.A.M., DI CIERO, L.; NOVELLO, J.C., MARANGONI, S. Primary sequence determination of a Kunitz inhibitor isolated from *Delonix regia* seeds. *Phytochemistry*, v.57, p.625-631, 2001.

- PANDO, S.C.; MACEDO, M.L.; FREIRE, M.G.; TOYAMA, M.H.; NOVELLO, J.C.; MARANGONI, S. Biochemical characterization of a lectin from *Delonix regia* seeds. *Journal of Protein Chemistry*, v.21, p.279-285, 2002.
- PAREKH, J.; JADEJA, D.; CHANDA, S. Efficacy of Aqueous and Methanol Extracts of Some Medicinal Plants for Potential Antibacterial Activity. *Turkish Journal of Biology*, v.29, p.203-210, 2005.
- RUBENSTEIN, E.T.; MCLAUGHLIN, R.C.; WINANT, A.; SANCHEZ, M.; ECKART, K.M.; KRASINKA, A., CHIEN, A. Azetidine-2-carboxylic Acid in the Food Chain. *Phytochemistry*, v.70 p.100–104, 2009.
- SAMMOUR, R.H.; EL-SHANSHOURY; RAHEEM, R. Antimicrobial activity of legume seed proteins. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, v.33, p.185-190, 1992.
- SATISH, S.; MOHANA, D.C.; RAGHAVENDRA, M.P.; RAVESHA, K.A. Antifungal activity of some plant extracts against important seed borne pathogens of *Aspergillus* sp. *Journal of Agricultural Technology*, v. 3, p.109-119, 2007.
- SILVA-LÓPEZ, R.E. Inibidores de proteases oriundos de plantas: Uma abordagem útil para o desenvolvimento de novos fármacos. *Revista Fitos*, v.4, p.108-119, 2009.
- SUNG, M.L.; FOWDEN, L. Azetidine-2-carboxylic acid from the legume *Delonix regia* *Phytochemistry*, v.8, p.2095-2096, 1969.
- SUNG, M.L.; FOWDEN, L. Trans-3-hydroxy-L-proline: A constituent of *Delonix regia* *Phytochemistry*, v.7, p.2061-2063, 1968.
- TAMAKI, Y., TERUYA, T., TAKO, M. The chemical structure of galactomannan isolated from seeds of *Delonix regia*. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, v.75, p.1110-1112, 2010.