



Acta Scientiarum. Health Sciences

ISSN: 1679-9291

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Lopes da Silva, Maria Almerice; Silvestre Marques, Graziella; Fonseca dos Santos, Thiago Mendes;
Sátiro Xavier, Haroudo; Higino, Jane Sheila; Fernandes Monteiro de Melo, Arquimedes

Avaliação da composição química de *Cymbopogon citratus* Stapf cultivado em ambientes com
diferentes níveis de poluição e a influência na composição do chá

Acta Scientiarum. Health Sciences, vol. 32, núm. 1, 2010, pp. 67-72

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307226626015>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Avaliação da composição química de *Cymbopogon citratus* Stapf cultivado em ambientes com diferentes níveis de poluição e a influência na composição do chá

Maria Almerice Lopes da Silva^{*}, Graziella Silvestre Marques, Thiago Mendes Fonseca dos Santos, Haroudo Sátiro Xavier, Jane Sheila Higino e Arquimedes Fernandes Monteiro de Melo

*Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, 50670-901, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: almerice_lopes@yahoo.com.br*

RESUMO. *Cymbopogon citratus* Stapf, o popular capim-santo, é espécie originária da Índia, que chegou ao Brasil, possivelmente, no tempo colonial, e era utilizada como planta ornamental, sendo encontrada cultivada em todo o país. Diversos são os usos populares para essa planta, desde tratamento de dores estomacais, intestinais, antidiarreico, até anticelulite e estética de cabelos oleosos. Essa planta se desenvolve em ambientes insalubres como beira de estrada, e isso pode levar a mudanças no seu aspecto químico e, em consequência disso, mudanças em seus derivados. Este trabalho analisou se ocorreu variação da composição química da planta cultivada na presença ou ausência de estresse ambiental (poluição urbana). Foram pesquisados por meio de cromatografia de camada delgada os seguintes compostos: saponinas, iridoides e proantocianidinas, mono e sesquiterpenos, triterpenos e esteroides, luteolina, polifenóis e alcaloides. Concluiu-se que este fator pode ter contribuído para modificação da composição química de suas folhas, reduzindo a síntese de compostos mais polares e favorecendo a síntese de possíveis leucoantocianidinas para provável proteção. Isso poderá acarretar ao chá alterações em sua propriedade farmacológica e toxicológica.

Palavras-chave: *Cymbopogon citratus*, estresse, composição química, chá.

ABSTRACT. **Evaluation of the chemical composition of *Cymbopogon citratus* Stapf growing in environments with different pollution levels and the influence on tea composition.** *Cymbopogon citratus* Stapf, popularly known as lemongrass, is an Indian species. It possibly arrived in Brazil during colonial times, where it was used as an ornamental plant, and is found growing throughout the country. There are several popular uses for this plant, including as treatment for stomach pains, diarrhea and cellulite. This plant grows in polluted and unpolluted environments such as roadsides, which can lead to changes in its chemical aspects, and consequently changes in its manufacturing products. This study examined whether there were changes in the chemical composition of plants grown in the presence or absence of environmental stress (urban pollution). The following compounds were studied, using thin layer chromatography: saponins, iridoids and proanthocyanidins, mono- and sesquiterpenes, triterpenes and steroids, flavonoids, polyphenols and alkaloids. It was concluded that this factor may have contributed to changes in the chemical composition of its leaves, reducing the synthesis of more polar compounds and promoting synthesis of possible leucoanthocyanidins for possible protection. This can lead to changes in the pharmacological and toxicological properties of tea.

Key words: *Cymbopogon citratus*, stress, chemical composition, tea.

Introdução

Cymbopogon citratus Stapf, o popular capim-santo, é espécie originária da Índia. Foi introduzida no Brasil possivelmente já no tempo colonial e era utilizada como planta ornamental, sendo encontrada em todo o país (GOMES, 2001; CASTRO; RAMOS, 2003). Essa espécie é uma erva perene,

ereta, que forma touceiras compactas, com caule rizomatoso, muito ramificado, semissubterrâneo e com nós bem demarcados. Essa planta, que pertence à família Poaceae, pode atingir mais de 1 m de altura (COSTA et al., 1992). As folhas do *Cymbopogon citratus* Stapf são alternas simples, lineares, pontuadas, aromáticas, paralelinéreas, com margens ásperas e cortantes e chegam a medir cerca de 50 cm

a 1 m. Suas flores são em forma de espiga, canaliculadas no lado ventral, têm de 4,5 - 5 mm de comprimento, 0,80 - 1 mm de largura e margens ciliadas (COSTA et al., 1992; MATOS, 2002; CASTRO; RAMOS, 2003). A propagação é assexuada, por divisão de touceiras e realizada a campo (A COSTA DE LA LUZ, 1993).

Pelo odor de limão que libera ao se machucar a folha, ele pode ser chamado de capim-limão, capim-de-cheiro, capim-cidreira (COSTA et al., 1992). Nas suas folhas está o óleo essencial, que contém em maior quantidade sustâncias do grupo dos monoterpenos: Citral 65-86%, que é formado por uma mistura de geranal (α -citrinal) e nerál (β -citrinal), contendo ainda cintronelal (7-8%) (CRAVEIRO et al., 1981; EKUNDAYO, 1985; DI STASI et al., 1989; COSTA et al., 1992; SACCHETTI et al., 2005). O óleo essencial, em especial o citral, apresenta-se em maior quantidade nas folhas jovens, e este composto é o responsável não só pelo odor de limão, mas lhe é atribuído grande parte das atividades farmacológicas de *C. citratus* Stapf, seguido pelo β -mirceno e eugenol (EKUNDAYO, 1985; CARLINI et al., 1986; SINGH, 1989; COSTA et al., 1992; SILVA et al., 1991; KASALI et al., 2001; ABE et al., 2003; SOUZA et al., 2005). Também são descritos outros metabólitos secundários como limoneno (EKUNDAYO, 1985; CHANDRASHEKAR; JOSHI, 2006), eugenol, luteolina, homoorientina, luteolina-7-O- β -glicosídeo, 2"-O-ramnosil-homoorientina, os ácidos clorogênico, cafeico e *p*-cumárico (MATOUSCHEK; STAHL-BISKUP, 1991), α -pineno, canfeno, β -pineno, mentol, metil-2-heptanona, 6-metil-5-hepten-2-ona, linalol, acetato de citronelil, acetato de neril, acetato de geranal, farnesol (EKUNDAYO, 1985), mentadienol (MENUT et al., 2000) e β -ocimeno (KASALI et al., 2001).

Diversos são os usos populares para essa planta. Ela é indicada desde tratamento de dores estomacais, intestinais, antidiarreico (TANGPU; YADAV, 2006) até anticelulite e estética de cabelo oleoso (ANJOS, 1996). Matos (2002), ainda, descreve-o como sedativo leve e espasmolítico, e Viana et al. (2000), como ação antinoceptriva. A dosagem popular varia de acordo com a indicação, podendo o infuso ser feito com 3 - 15 g de folhas frescas, ou 1 - 5 g das folhas secas, administrando-se uma xícara de chá quando necessário (DINIZ et al., 1997).

Pesquisas têm demonstrado que plantas em condições ambientais de estresse apresentam alterações morfoanatômicas, fisiológicas e bioquímicas (WAHID et al., 2007), sejam essas condições calor excessivo, falta de nutrientes ou

poluentes ambientais (BRUCE et al., 2007; WAHID et al., 2007). Diante deste fato, as plantas podem apresentar novos metabólitos produzidos sob estresse para sua defesa, e/ou deixar de produzir outros compostos (BRUCE et al., 2007; GANG et al., 2007; VELIKOVA et al., 2007). Isso implicaria o rendimento da extração de certos compostos ou a sua não-produção, além do surgimento de substâncias tóxicas aos consumidores (ZOBAYED et al., 2007).

Este trabalho tem o objetivo de verificar se tal modificação ocorre com a espécie *Cymbopogon citratus* Stapf, cultivada em áreas de poluição urbana, visto que *C. citratus* Stapf também é conhecido por capim-estrada (COSTA et al., 1992), pela sua facilidade de se desenvolver às margens de estradas, local poluído pelos resíduos da queima de combustível (AZIMI et al., 2005; OLIVA; MINGORANCE, 2006).

Material e métodos

Coleta do material botânico

O *Cymbopogon citratus* Stapf utilizado na pesquisa foi coletado em dois pontos: no jardim do Laboratório de Fitoterapia de Olinda, Estado de Pernambuco, escolhida como área que não possuía fluxo de automóveis (área livre de poluição – ALP), por ser área afastada do centro urbano, e às margens da BR 101, Recife, Estado de Pernambuco, uma das rodovias mais movimentadas do Estado de Pernambuco (área poluída – AP).

As espécies foram identificadas pela Profª. Suzene Izídio da Silva, do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), cujas exsicatas estão depositadas sob os números 48.485 e 48.486 no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho – PEUFR.

Obtenção do extrato aquoso

Cerca de 8 kg de material botânico (folhas) foi coletado de plantas adultas (com idade próxima a um ano) nos pontos supracitados. O material secou à temperatura ambiente e, em seguida, em estufa a 50°C, sendo depois triturado a pó em liquidificador industrial mod. Tron (25.000 rpm).

Para a obtenção do chá, realizou-se decocção de 1 g do pó das folhas secas para cada 50 mL de água destilada, segundo a indicação popular para produção do chá (DINIZ et al., 1997).

Análise fitoquímica

Nesta análise, utilizou-se a cromatografia em camada delgada (CCD) para identificação de

metabólitos secundários da planta selecionada. Foram analisados tanto o chá como o pó das folhas de cada amostra.

No caso do chá, este sofreu extração com butanol e acetato de etila. Neste caso, cerca de 3 mL de chá foram colocados em tubo de ensaio. Acrescentou-se 1 mL de butanol e agitou vigorosamente. Aguardou-se a separação das fases e recolheu a parte butanólica, o mesmo procedendo com o acetato de etila em seguida.

Pesaram-se 10 g das folhas frescas e fez-se a de extração com três solventes: éter de petróleo, acetato de etila e metanol. Cada fase foi disposta em placa de Petri, levada a uma chapa de aquecimento e eliminado o solvente. Calculou-se o rendimento da extração de cada solvente. Acrescentaram-se cerca de 3 mL dos respectivos solventes à placa, recolhendo as alíquotas em tubos Eppendorfs® para a investigação fitoquímica.

Os metabólitos secundários pesquisados com seus respectivos sistemas, revelador e padrões estão representados na Tabela 1.

Resultados e discussão

O rendimento na extração das folhas mostrou-se equivalente nas fases Éter e Acetato de etila para

ambas as plantas (0,04 g de massa extraída). Para o extrato metanólico, a planta SP apresentou maior rendimento, 0, 55 g, em comparação com o mesmo extrato da planta P, 0,37 g.

A presença ou não dos compostos pesquisados nas amostras estão descritas na Tabela 2. Qualitativamente não houve diferenças entre os extratos das folhas. Porém, no estudo dos chás, foi observada na pesquisa de proantocianidinas uma mancha na corrida do chá poluído em CCD (Figura 1), que foi sugerida como indicação de uma leucoantocianidina.

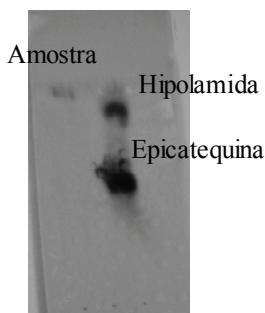


Figura 1. Placa cromatográfica da pesquisa de Iridoide e Proantocianidina – amostra apresentando uma possível leucoantocianidina.

Tabela 1. Pesquisa de metabólitos secundários de *C. citratus* Staph em CCD.

Compostos	Sistemas	Revelador	Extrato	Padrão
Saponinas	AcOEt ¹ :AF ² :AA ³ :H ₂ O, 100:11:11:26	Vanilina sulfúrica, 100°C, 3 min.	Butanolico do chá	Amendoim-de-raposa
Iridoides e Proantocianidinas	AcOEt:AF:AA:H ₂ O, 100:11:11:26	Vanilina clorídrica	Butanolico do chá	Hipolamida (glicosídeo de iridoide) e epicatequina
Mono e sesquiterpenos	Tol ⁴ : AcOEt, 97:3	Vanilina sulfúrica, 100°C, 3 min.	AcOEt dos chás Éter, AcOEt e MeOH ⁵ das plantas frescas AcOEt dos chás.	Carvacrol
Triterpenos e Esteroides	Tol: AcOEt, 90:10	Lieberman, 100°C, 3 min.	Éter, AcOEt e MeOH das plantas frescas AcOEt dos chás. β - amirinas β - citosterol	β - amirinas β - citosterol
Polifenóis	Tol: AcOEt, 90:10	Lieberman, UV	Éter, AcOEt e MeOH das plantas frescas AcOEt dos chás.	Alcachofra
Luteolina	AcOEt:AF:AA:H ₂ O, 100:0,5;0,5;0,5	2-aminoetildifenilborinato	Éter, AcOEt e MeOH das plantas frescas AcOEt dos chás.	Alcachofra
Alcaloides	AcOEt:AF:AA:H ₂ O, 100:2:2:2; 100:3:3:3	Dragendorf	Éter, AcOEt e MeOH das plantas frescas AcOEt dos chás.	Pilocarpina

1 – Acetato de etila, 2 – Ácido Fórmico, 3 – Ácido acético, 4 – Tolueno, 5 – Metanol.

Tabela 2. Compostos encontrados na análise fitoquímica de *C. citratus* Staph (chá e folhas).

Compostos	Resultados das Amostras			
	Folha LP	Folha P	Chá LP	Chá P
Saponinas	NR	NR	- em todos os extratos	- em todos os extratos
Iridoides e Proantocianidinas	NR	NR	- em todos os extratos	+ p/ proantocianidina.
Mono e sesquiterpenos	+ em todos os extratos.	+ em todos os extratos.	- em todos os extratos	- em todos os extratos
Triterpenos e Esteroides	β - citosterol, β - amirinas nas fases AcOEt e MeOH	β - citosterol, β - amirinas nas fases AcOEt e MeOH	β - citosterol	β - citosterol
Polifenóis/ Luteolina	Luteolina em AcOEt e MeOH	Luteolina em AcOEt e MeOH	Luteolina em AcOEt e BuOH	Luteolina em AcOEt e BuOH
Alcaloides	+ em E	+ em E	+ em AcOEt	+ em AcOEt

AcOEt = acetato de etila, E = éter, BuOH = butanol, MeOH = metanol, NR = não realizado, P = poluída, NP = não-poluída.

Ao se analisar o rendimento da extração por Éter, solvente apolar, e Acetato de Etila, solvente de polaridade intermediária entre Éter e Metanol, observou-se que não houve alterações de rendimento entre as plantas expostas e não-expostas à poluição urbana. Isso indica que, na síntese de moléculas mais apolares, como terpenos e esteroides, não houve alteração de massa obtida.

Na extração metanólica, a planta exposta apresentou redução de 0,18 g (32,73%), o que sugere que o estresse promovido pela poluição levou a uma redução da síntese de moléculas mais polares como flavonóides glicosilados (CECHINEL FILHO; YUNES, 1998). Nesta análise preliminar, é observado que, na espécie estudada, há alteração em seu metabolismo por possível interferência do estresse ambiental. Curiosamente, a fase butanólica do chá da planta poluída apresentou um composto não encontrado no outro chá, nem em nenhuma das folhas. Sugere-se que o metanol não foi suficientemente polar para extração dessa molécula das folhas, visto que o chá é um extrato aquoso das folhas (água é um solvente muito polar) e foi tratado com butanol (solvente também polar), cuja fração apresentou uma proantocianidina, composto que na CCD, após revelação com vanilina, formou um produto de coloração vermelha. (SCHOFIELD et al., 2001). Dentro dessa classe de substâncias, têm-se as leucoantocianidinas e as proantocianidinas condensadas (por exemplo, epicatequina-(4β→8)-catequina). Na CCD, não houve mancha na altura do padrão de epicatequina utilizado. Assim, os autores sugerem que a mancha revelada da amostra possa ser uma leucoantocianidina. Este composto apresenta-se como flavan-3,4-diol e flavan-4-ol, que pode dar origem à antocianidina (WATTERSON; BUTLER, 1983). Segundo Markakis (1982), leucoantocianidina (flavan-3,4-diois), quando submetida a um tratamento com ácido mineral, gera duas moléculas de antocianidinas. Futuros estudos para caracterização estrutural dessa molécula devem ser efetuados, visto que ainda não está descrita na literatura na espécie *C. citratus* Stapf.

Os vegetais, diferentes dos animais, respondem às condições ambientais onde se desenvolvem, produzindo, a partir de moléculas primárias, como glicose, metabólitos secundários que possuem diversas ações, como auxiliar na reprodução e defesa (GANG et al., 2007). Logo, a biossíntese dos metabólitos pode ser diretamente afetada pelo tipo de ambiente poluído, vindo a ocasionar a ausência ou redução de certas substâncias e o aparecimento de outras oriundas de resposta ao estresse sofrido (VINOCUR; ALTMAN, 2005; BRUCE et al., 2007). Lovkova et al. (1996) descrevem a

interferência do metal cromo, muito encontrado em áreas poluídas, no metabolismo de alcaloides derivados de quinolizidina, tropano, isoquinolina e indol. No caso de plantas medicinais, esse fato traz preocupação, pois pode ocorrer redução do potencial terapêutico pela modificação na síntese de determinada molécula ou pelo surgimento de moléculas potencialmente tóxicas ao consumidor de suas partes ou derivados (SINHA; SAXENA, 2006; JALEEL et al., 2008).

Para o *C. citratus* Stapf, pode-se esperar que o rendimento para extração do óleo essencial não seja afetado pelo ambiente em que a planta é cultivada, como também grande parte de suas atividades farmacológicas não sejam afetadas, visto que as moléculas apolares citral, β-mirceno e eugenol são os principais constituintes ativos (EKUNDAYO, 1985; CARLINI et al., 1986; SINGH, 1989; COSTA et al., 1992). Porém, foi encontrada uma provável leucoantocianidina ainda não descrita para a espécie e que deve ser sintetizada em condições de estresse, pois ela dá origem às antocianidinas que, na sua forma glicosilada, formam a antocianina. Estas atuam como filtro das radiações ultravioletas nas folhas. Em certas espécies de plantas, estão associadas com a resistência aos patógenos e atuam melhorando e regulando a fotossíntese (MAZZA; MINIATI, 1993).

Conclusão

O estresse ambiental no cultivo de *C. citratus* Stapf pareceu não interferir na produção do óleo essencial, porém este fator deve influenciar seu metabolismo em relação à síntese de polifenóis, podendo agir, ou não, nas suas propriedades farmacológicas e toxicológicas.

Referências

- ABE, S.; SATO, Y.; INOUE, S.; ISHIBASHI, H.; MARUYAMA, N.; TAKIZAWA, T.; OSHIMA, H.; YAMAGUCHI, H. Anti-*Candida albicans* activity of essential oils including lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil and its component, citral. *Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi*, v. 44, n. 4, p. 285-291, 2003.
- A COSTA DE LA LUZ, L. L. *Proporcionese salud cultive plantas medicinales*. La Habana: Editorial Científico-Técnico, 1993. p. 43-46.
- ANJOS, T. M. C. R. *Terapia aplicada através dos óleos essenciais*. São Paulo: Ed Roka, 1996. p. 261-262.
- AZIMI, S.; ROCHER, V.; MULLER, M.; MOILLERON, R.; THEVENOT, D. R. Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France). *Science of the Total Environment*, v. 337, n. 1-3, p. 223-239, 2005.

- BRUCE, T. J. A.; MATTHES, M. C.; NAPIER, J. A.; PICKETT, J. A. Stressful "memories" of plants: Evidence and possible mechanisms. **Plant Science**, v. 173, n. 6, p. 603-608, 2007.
- CARLINI, E. A.; CONTAR, J. D. P.; SILVA-FILHO, A. R.; SILVEIRA FILHO, N. G.; FROCHTENGARDEN, M. L.; BUENO, O. F. A. Pharmacology of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf). Effects of teas prepared from leaves on laboratory. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 17, n. 1, p. 37-64, 1986.
- CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais. **Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária**, n. 11, 2003.
- CECHINEL FILHO, V. C.; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.
- CHANDRASHEKAR, K. S.; JOSHI, A. B. Chemical composition and anthelmintic activity of essential oils of three *Cymbopogon* species of South Canara, India. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 10, n. 1, p. 109-112, 2006.
- COSTA, M. A.; ANDRADE, C. L. Z.; VIEIRA, R. F.; SAMPAIO, F. C. **Plantas e saúde**: guia introdutório à fitoterapia. Brasília: Governo do Distrito Federal, 1992. p. 60-62.
- CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza: Editora Universitária de Ceará, 1981.
- DINIZ, M. F. F.; OLIVEIRA, R. A. G.; MEDEIROS, A. C. D.; MALTA JUNIOR, A. **Momento fitoterápico**: as plantas como alternativa terapêutica: conhecimentos populares e científicos. João Pessoa: Editora Universitária / UFPB, 1997.
- DI STASI, L. C.; SANTOS, E. M. G.; SANTOS, C. M. **Plantas medicinais na amazônia**. São Paulo: Unesp, 1989.
- EKUNDAYO, O. Essential oils. Part VII. Composition of the leaf volatile oil of *Cymbopogon citratus*. **Fitoterapia**, v. 56, n. 6, p. 339-342, 1985.
- GANG, W.; ZHEN-KUAN, W.; YONG-XIANG, W.; LI-YE, C.; HONG-BO, S. The mutual responses of higher plants to environment: Physiological and microbiological aspects. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 59, n. 2, p. 113-119, 2007.
- GOMES, E. C. Aspectos do cultivo e beneficiamento do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) stapf) no estado do Paraná, Brasil. **Revista Visão Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 11-18, 2001.
- JALEEL, C. A.; GOPI, R.; MANIVANNAN, P.; GOMATHINAYAGAM, M.; MURALI, P. V.; PANNEERSELVAM, R. Soil applied propiconazole alleviates the impact of salinity on *Catharanthus roseus* by improving antioxidant status. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 90, n. 2, p. 135-139, 2008.
- KASALI, A. A.; OYEDEJI, A. O.; ASHILOKUN, A. O. Volatile leaf oil constituents of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 16, n. 5, p. 377-378, 2001.
- LOVKOVA, M. I. A.; BUZUK, G. N.; SOKOLOVA, S. M.; KLIMENT'EVA, N. I.; PONOMAREVA, S. M.; SHELEPOVA, O. V.; VOROTNITSKAIA, I. E. Medicinal plants-concentrators of chromium. The role of chromium in alkaloid metabolism. **Izvestiya Akademii nauk Serii biologicheskaiia**, v. 5, p. 552-564, 1996.
- MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 163-180.
- MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas**: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4. ed. Fortaleza: UFC, 2002. p. 108-110.
- MATOUSCHEK, B. V.; STAHL-BISKUP, E. Phytochemical studies on non-volatile constituents of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae). **Pharmaceutica Acta Helveticae**, v. 66, p. 242-245, 1991.
- MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables and grains**. Boca Raton: CRC Press, 1993.
- MENUT, C.; BESSIÈRE, J. M.; SAMATE, D.; DJIBO, A. K.; BUCHBAUER, G.; SCHOPPER, B. Aromatic plants of Tropical West Africa. XI. Chemical composition, antioxidant and antiradical properties of the essential oils of three *Cymbopogon* species from Burkina Faso. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, n. 2, p. 207-212, 2000.
- OLIVA, S. R.; MINGORANCE, M. D. Assessment of airborne heavy metal pollution by aboveground plant parts. **Chemosphere**, v. 65, n. 2, p. 177-182, 2006.
- SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANTI, M.; MANFREDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, v. 91, n. 4, p. 621-632, 2005.
- SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D. M.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1, p. 21-40, 2001.
- SILVA, V. A.; FREITAS, J. C. B. R.; MATTOS, A. P.; PAIVA-GOUVEA, W.; PRESGRAVE, O. A. F.; FINGOLA, F. F.; MENEZES, M. A. C.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Neurobehavioral study of the effect of beta-myrcene on rodents. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 24, n. 8, p. 827-831, 1991.
- SINGH, N. Effect of leaf position and the essential oil quantity and quality in lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). **Planta Medica**, v. 55, n. 3, p. 254-256, 1989.
- SINHA, S.; SAXENA, R. Effect of iron on lipid peroxidation, and enzymatic and non-enzymatic antioxidants and bacoside-A content in medicinal plant *Bacopa monnieri* L. **Chemosphere**, v. 62, n. 8, p. 1340-1350, 2006.
- SOUZA, E. L.; LIMA, E. O.; FREIRE, K. R. L.; SOUSA, C. P. Inhibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of various molds isolated from foods. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 245-250, 2005.
- TANGPU, V.; YADAV, A. K. Antidiarrhoeal activity of *Cymbopogon citratus* and its main constituent, citral. **Pharmacologyonline**, v. 2, p. 290-298, 2006.

VELIKOVA, V.; EDREVA, A.; TSONEV, T.; GESHEVA, E.; DAGNON, S.; LORETO, F.; GÜREL, A.; JONES, H. Secondary metabolites: tools for stress protection in plants. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular and Integrative Physiology**, v. 146, n. 4, p. 263, 2007.

VIANA, G. S. B.; VALE, T. G.; PINHO, R. S. N.; MATOS, F. J. A. Antinociceptive effect of the essential oil from *Cymbopogon citratus* in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 70, n. 3, p. 323-327, 2000.

VINOCUR, B.; ALTMAN, A. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 16, n. 2, p. 123-132, 2005.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Heat tolerance in plants: an overview. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, p. 199-223, 2007.

WATTERSON, J. J.; BUTLER, L. G. Occurrence of an unusual leucoantocyanidin and absence of proanthocyanidins in sorghum leaves. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 31, p. 41-45, 1983.

ZOBAYED, S. M. A.; AFREEN, F.; KOZAI, T. Phytochemical and physiological changes in the leaves of St. John's wort plants under a water stress condition. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, n. 2, p. 109-116, 2007.

Received on July 23, 2008.

Accepted on September 14, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.