



ANÁLISE PROLIFERATIVA E FITOQUÍMICA DE *Commelina erecta* L. PELO TESTE *Allium cepa* L.

Kássia Cauana Trapp¹, Marina Pasqualli², Luísa Gonçalves Rodrigues³, Aline Boligon⁴, Solange Bosio Tedesco⁵

¹Mestranda do Programa Pós-graduação em Agrobiologia da Universidade Federal de Santa Maria. e-mail: kassiacaunanatrapp@yahoo.com.br

²Mestre pelo Programa Pós-graduação em Agrobiologia da Universidade Federal de Santa Maria

³Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria

⁴Laboratório de Fitoquímica, Departamento de Farmácia Industrial da Universidade Federal de Santa Maria

⁵Professora Doutora do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000 CEP 97105-900 Santa Maria, RS. Brasil.

Recebido em: 03/10/2016 – Aprovado em: 21/11/2016 – Publicado em: 05/12/2016

DOI: 10.18677/EnciBio_2016B_006

RESUMO

Commelina erecta L., popularmente conhecida como trapoeraba, é tida como invasora de culturas tradicionais causando danos econômicos. Infusões preparadas a partir de suas folhas são utilizadas no tratamento de inflamações, principalmente as relacionadas aos olhos. Por ser utilizada como planta medicinal, surge a necessidade de estudos de genotoxicidade que podem ser realizados através do teste de *Allium cepa* L., e estudos fitoquímicos para identificação de compostos presentes nas infusões. Os objetivos do trabalho foram verificar o potencial antiproliferativo das infusões de folhas (frescas – 2.0 g.L⁻¹ e secas - 0,64 g.L⁻¹) e flores (frescas - 1.0 g.L⁻¹ e secas - 0,10 g.L⁻¹) de *C. erecta*, e realizar sua análise fitoquímica. Foram utilizados seis grupos de quatro bulbos de *A. cepa*, cada grupo correspondendo a um tratamento. A água de torneira foi utilizada como controle negativo e o glifosato 1,5% como controle positivo. Os bulbos foram enraizados primeiramente em água destilada e posteriormente transferidos para os tratamentos onde permaneceram por 24 horas. Após, as raízes foram coletadas e fixadas em Carnoy 3:1 e armazenadas sob refrigeração em etanol 70%. As lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento, sendo analisadas 4.000 células por tratamento e calculados os índices mitóticos. A análise estatística foi realizada pelo teste χ^2 . A identificação dos compostos presentes nas infusões foi realizada pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Os resultados demonstraram capacidade antiproliferativa das infusões de *C. erecta* e presença de quercetina e isoquercitrina como compostos majoritários.

PALAVRAS-CHAVE: bioindicador, plantas medicinais. Trapoeraba.

PROLIFERATIVE AND PHYTOCHEMISTRY ANALYSIS OF *Commelina erecta* L. BY *Allium cepa* L. TEST

ABSTRACT

Commelina erecta L., popularly known as spiderwort, it is considered invasive of traditional crops causing economic damage. Infusions prepared from your leaves are

used to treat inflammations, especially those related to eye. To be used as a medicinal plant, the need arises for genotoxicity studies that can be performed through the *Allium cepa* test, and phytochemical studies for the identification of compounds presents in the infusions. The objectives of this study were to verify the antiproliferative potential of leaves infusions (fresh - 2.0 g.L⁻¹ and dry - 0.64 g.L⁻¹) and flowers (fresh - 1.0 g.L⁻¹ and dry - 0.10 g.L⁻¹) of *C. erecta*, and perform their phytochemical analysis. Were used six groups of four *A. cepa* bulbs, each group corresponding to a treatment. Tap water was used as negative control and glyphosate 1.5% as positive control. The bulbs were first embedded in distilled water and subsequently transferred to the treatments where they remained for 24 hours. After, the roots were collected and fixed in Carnoy 3: 1 and stored under refrigeration in 70% ethanol. The slides were prepared by crushing technique, and analyzed 4,000 cells per treatment and calculated the mitotic index. Statistical analysis was performed by χ^2 test. The identification of the compounds present in the infusion was by the High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The results showed antiproliferative capacity of *C. erecta* infusions and the presence of quercetin and isoquercitrin as major compounds.

KEYWORDS: spiderwort, bioindicator, medicinal plants.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades vegetais do mundo, sendo grande o número de espécies que podem ser usadas no tratamento de enfermidades, seja pelo uso *in natura* ou na produção de fitoterápicos (BAGATINI, 2007). Comellinaceae, possui 14 gêneros e 75 espécies nativas no Brasil, dentre as quais destaca-se *Comellina erecta*, popularmente conhecida como trapoeraba (SOUZA & LORENZI, 2012). *C. erecta* é conhecida principalmente por ser invasora de culturas tradicionais e causar danos econômicos a estas (LORENZI & MATOS, 2008).

Apesar de interferirem nas produções agrícolas e florestais, sob o ponto de vista botânico, ecológico e medicinal a trapoeraba é altamente benéfica (CHRISTOFFOLETTI, 2001; FLECK, 2007; SCHOTT & DO CANTO-DOROW, 2011). As folhas, brotos e rizomas são comestíveis enquanto que as infusões preparadas a partir das folhas são utilizadas no tratamento de inflamações, principalmente as relacionadas aos olhos (HILLOCKS, 1998; GARLET & IRGANG, 2001).

A composição química das plantas medicinais, na sua maioria é desconhecida pelos seus usuários, e sua utilização de forma incorreta pode acarretar danos à saúde humana. Nesse caso, dispõe-se de ferramentas que podem auxiliar quanto a melhoria na utilização de produtos derivados das plantas medicinais, seja quando utilizados na forma de chás pela população ou quanto a sua produção em grande escala pelas indústrias de produtos fitoterápicos (VEIGA JÚNIOR et al., 2005).

Dessa forma, fazem-se necessários estudos para verificação dos potenciais efeitos genotóxico e antiproliferativo das plantas medicinais. Para isso são utilizados testes que servem como biomarcadores, os quais são úteis e podem ser definidos como sistemas indicadores que geralmente incluem subsistemas de um organismo completo, usados para identificação de um alvo específico (SILVA et al., 2003). O índice mitótico e o índice de replicação podem ser utilizados como indicativos da proliferação adequada das células, e podem ser medidos através do sistema teste vegetal de *Allium cepa* L. (GADANO et al., 2002). Este tem sido amplamente

utilizado como bioindicador de genotoxicidade (TEDESCO & LAGHINGHOUSE, 2012).

A eficiência do sistema *A. cepa* se deve as suas características cinéticas de proliferação, ao rápido crescimento de suas raízes, ao grande número de células em divisão, a sua alta tolerância a diferentes condições de cultivo, a sua disponibilidade durante o ano todo, pelo seu fácil manuseio, por possuir cromossomos em número reduzido ($2n=16$) e tamanho grande (FISKEJO, 1994; MITTEREGGER-JÚNIOR et al., 2006; CARITÁ & MARIN-MORALES, 2008).

O método de avaliação, sistema *A. cepa*, é validado pelo Programa Internacional de Segurança Química (PISQ, OMS) e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (PANU) como um eficiente teste para análise e monitoramento *in situ* da genotoxicidade de substâncias ambientais (CABRERA & RODRIGUEZ, 1999; SILVA et al., 2004; FACHINETTO et al., 2007).

Buscando complementar as informações referentes aos compostos químicos presentes nos extratos de plantas medicinais, é importante que se proceda à análise fitoquímica dos mesmos, a qual é possível através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), sendo que esta análise permite obter um parâmetro comparativo para reconhecimento de substâncias presentes nos extratos submetidos as mesmas condições de análise (ALAERTS et al., 2007; TEDESCO, 2015). Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar o potencial antiproliferativo das infusões de folhas e flores de *Commelina erecta* L., bem como determinar a composição fitoquímica dessas infusões.

MATERIAL E MÉTODOS

Material Botânico

O material vegetal utilizado para o preparo de infusões de *Commelina erecta* foi coletado de uma população, situada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria-RS. O experimento foi conduzido no Laboratório de Citogenética Vegetal e Genotoxicidade da UFSM.

Preparo das infusões

Para o preparo das infusões foram utilizadas folhas e flores de *C. erecta*. Foram pesadas 2,0g de folhas frescas e 1,0g de flores frescas. A mesma quantidade foi posteriormente desidratada por 2 minutos com auxílio de micro-ondas, obtendo-se no final as quantidades de 0,64g de folhas secas e 0,10g de flores secas. Após a infusão em água durante 15 minutos, esses extratos aquosos foram coados e ao atingirem a temperatura ambiente, foram utilizados para os tratamentos dos bulbos de *Allium cepa*.

Ensaio biológico

Foram utilizados quatro bulbos de cebola comerciais por tratamento, enraizados em água destilada por um período de 72 horas. Os tratamentos consistiram em: T1- água da torneira (controle negativo); T2- glifosato 1,5% (controle positivo); T3-infusão de 2,0g de folhas frescas em 1L de água; T4-infusão de 0,64g de folhas secas no micro-ondas em 1L de água; T5-infusão de 1g de flores frescas em 1L de água; T6-infusão de 0,10g de folhas secas no micro-ondas em 1L de água.

Os tratamentos permaneceram em contato com os bulbos por um período de 24 horas. Transcorrido o tempo de ação, as raízes foram destacadas dos bulbos e fixadas em Carnoy 3: 1 (etanol: ácido acético), também por 24 horas, em

temperatura ambiente. Em seguida, foram colocadas em álcool 70% e armazenadas em geladeira até análise.

Efeito das infusões sobre o ciclo celular de *Allium cepa*

Para cada bulbo foram confeccionadas duas lâminas e analisadas 1000 células (500 por lâminas). O preparo das lâminas foi realizado pela técnica de esmagamento (adaptada de GUERRA & SOUZA, 2002), onde as raízes foram lavadas em água destilada e hidrolisadas durante 5 minutos em HCL 1N. Depois foram novamente lavadas em água destilada, retirada a região meristemática destas raízes e coradas com orceína acética 2%.

A análise destas lâminas foi realizada em microscópio óptico com aumento de 40X e levando-se em consideração a fase do ciclo celular em que se encontravam as células e a ocorrência de algum tipo de irregularidade. Os resultados obtidos foram comparados pelo teste estatístico qui-quadrado, com probabilidade de erro de 5%.

Análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

A cromatografia Líquida de Alta Eficiência foi utilizada para determinar os compostos fenólicos presentes nas infusões das folhas e flores de *Commelina erecta* L., sendo essa análise realizada no Laboratório de Fitoquímica do Departamento de Farmácia Industrial do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da UFSM.

Produtos químicos, aparelhos e procedimentos gerais.

Todos os produtos químicos utilizados foram de grau analítico. Metanol, ácido fórmico, ácido gálico, ácido cafeico, ácido clorogênico e ácido elágico foram comprados da Merck (Darmstadt, Alemanha). Catequina, epicatequina, quercitina, quercitrina, isoquercitrina, rutina e canferol foram adquiridas da Sigma Chemical Co. (St. Louis, EUA). A cromatografia líquida de alta eficiência foi realizada com um Sistema CLAE (Shimadzu, Kyoto, Japão) Shimadzu Prominence Auto Sampler (SIL-20A), equipado com bombas alternativas Shimadzu LC-20AT, conectadas a um degaseificador DGU 20A5 com integrador CBM 20A, diodo detector em série SPD-M20A e software LC solution 1.22 SP1.

Quantificação dos compostos através da CLAE

As análises cromatográficas da fase reversa foram realizadas sob condições de gradiente usando coluna C18 (4.6 mm x 150 mm) carregada com partículas de 5 µm de diâmetro. A fase móvel foi água contendo 1% de ácido fórmico (A) e metanol (B) e a composição de gradiente foi: 13% de B até 10 min e alteradas para se obter 20%, 30%, 50%, 60%, 70%, 20% e 10% de B a 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 min, respectivamente, de acordo com o método previamente descrito por ABBAS et al. (2014), com pequenas modificações.

As concentrações dos extratos de *C. erecta* analisados foram de 2,0 g.L⁻¹ de folhas frescas, 0,64 g.L⁻¹ de folhas secas, 1,0 g.L⁻¹ de flores frescas e 0,10 g.L⁻¹ de flores secas. A taxa de fluxo foi de 0,7 mL.min⁻¹, o volume injetado foi de 40 µm e o comprimento de onda foi de 254 nm para o ácido gálico, 280 nm para catequina e epicatequina, 327 nm para os ácidos cafeico, clorogênico e elágico, e 366 nm para a quercetina, quercitrina, isoquercitrina, rutina e canferol. As amostras e a fase móvel

foram filtradas através de filtro de 0,45 µM de membrana (Millipore) e, em seguida, desgaseificou-se por banho de ultrassons antes da utilização.

As soluções de reserva de referências de normalização foram preparadas em fase móvel de CLAE numa gama de concentrações de 0,025-0,300 mg.ml⁻¹ para catequina, epicatequina, quercetina, quercitrina, isoquercitrina, rutina e canferol; e 0,050-0,450 mg.ml⁻¹ para os ácidos elágico, clorogênico e gálico. Os picos da cromatografia foram confirmados por comparação do seu tempo de retenção com os de padrões de referência e por espectros de DAD (200 a 500 nm). A curva de calibração para o ácido gálico foi: $Y = 12573x + 1275.9$ ($r = 0.9998$); catequina: $Y = 13184x + 1274.5$ ($r = 0.9997$); epicatequina: $Y = 12461x + 1307.6$ ($r = 0.9993$); ácido cafeico: $Y = 11987x + 1367.1$ ($r = 0.9999$); ácido clorogênico: $Y = 12679x + 1195.8$ ($r = 0.9999$); ácido elágico: $Y = 13068x + 1264.1$ ($r = 0.9997$); quercitrina: $Y = 11986x + 1364.5$ ($r = 0.9999$); isoquercitrina: $Y = 12769x + 1196.5$ ($r = 0.9996$); rutina: $Y = 12658x + 1173.9$ ($r = 0.9998$); quercetina: $Y = 13627x + 1292.5$ ($r = 0.9996$) e canferol: $Y = 13271x + 1324.6$ ($r = 0.9999$).

Todas as operações de cromatografia foram realizadas a temperatura ambiente e em triplicata. O limite de detecção (LOD) e limite de quantificação (LOQ) foi calculado com base no desvio padrão das respostas e a inclinação por meio de três curvas de análise independentes. LOD e LOQ foram calculados como 3,3 e 10 σ / S, respectivamente, onde σ é o desvio padrão da resposta e S é o declive da curva de calibração (BOLIGON et al., 2013).

Análise estatística

Os resultados obtidos pelo teste de *Allium cepa* L. foram avaliados pelo teste Qui-quadrado (χ^2), utilizando o software Biostat versão 5.3 (Ayres, 2007), utilizando-se 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistemas testes vegetais podem ser utilizados visando a detecção dos efeitos de algumas infusões de plantas medicinais sobre células meristemáticas. Para realização deste experimento, utilizou-se o sistema teste de *Allium cepa*, sendo este teste um eficiente bioindicador de genotoxicidade vegetal (FRESCURA et al., 2012).

Assim, estão apresentados na Tabela 1, os dados obtidos a partir da análise de proliferação celular, sendo avaliadas as variáveis: número de células em interfase, número de células em divisão e o respectivo índice mitótico para cada tratamento.

TABELA 1. Número total de células meristemáticas de *Allium cepa* L. analisadas em interfase, em divisão e os respectivos índices mitóticos (IM) dos controles e tratamentos com infusões das folhas de *Commelina erecta* L.

Tratamentos	Células em interfase	Células em divisão	Índice mitótico (IM)
T1 – Água	3842	158	3,95 ^b
T2 – Glifosato 1,5%	3935	65	1,62 ^{de}
T3 – Infusão de 2,0 g.L ⁻¹ de folhas frescas	3789	211	5,27 ^a
T4 – Infusão de 0,64 g.L ⁻¹ de folhas secas	3868	132	3,30 ^{bc}
T5 – Infusão de 1,0 g.L ⁻¹ de flores frescas	3903	97	2,42 ^{cd}
T6 – Infusão de 0,10 g.L ⁻¹ de flores secas	3966	34	0,85 ^f

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de χ^2 , a um nível de 5% de probabilidade de erro.

Os valores dos índices mitóticos variaram de 5,27% a 0,85% entre os tratamentos testados. O maior índice foi observado no tratamento T3, que recebeu a infusão das folhas frescas de *Commelina erecta* na concentração de 2,0 g.L⁻¹, e o menor índice foi encontrado no tratamento T6, o qual recebeu o tratamento de 0,10 g.L⁻¹ das flores secas de *C. erecta*.

A análise dos dados demonstrou diferença significativa do controle negativo em água com relação aos tratamentos com infusões das folhas (T1 x T3, $\chi^2 = 7.981$; T1x T5, $\chi^2 = 15.073$ e T1 x T6, $\chi^2 = 82.053$). Apenas o tratamento T4 não apresentou diferença significativa em relação a água (T1 x T4, $\chi^2 = 2.419$), mesmo apresentando IM inferior ao controle negativo. Pode-se observar uma redução significativa dos valores dos índices mitóticos nos tratamentos que receberam as infusões das folhas, exceto o tratamento T3, que apresentou comportamento contrário aos demais, apresentando um acréscimo no índice de proliferação celular.

Houve diferença significativa entre os valores dos índices mitóticos do controle negativo (T1) e do controle positivo (T2), sendo o valor de $\chi^2 = 39.897$. Somente o tratamento com infusão de 0,10 g.L⁻¹ das flores secas apresentou valor inferior de IM ao observado no controle positivo, sendo que os mesmos diferiram estatisticamente entre si ($\chi^2 = 9.829$).

A comparação dos valores dos índices mitóticos entre os dois tratamentos com infusão das folhas e flores frescas T3 e T5, diferiu estatisticamente entre si. Da mesma forma, os tratamentos que receberam a infusão das folhas e flores secas de *C. erecta* (T4 e T6) apresentaram diferença significativa entre si, sendo os respectivos valores de χ^2 para as comparações: T3 x T5 = 43.884 e T4 x T6 = 59.081.

Com base na avaliação da capacidade de proliferação celular apresentada pelos extratos, pode-se observar a ocorrência de significativa redução da divisão celular nos tratamentos que ficaram em contato com as infusões, indicando a atividade antiproliferativa que essa infusão imprime sobre as células meristemáticas de *A. cepa*. DIAS et al. (2014), também observaram aumento do índice de proliferação celular conforme o aumento da concentração das infusões de *Mikania cordifolia* (L. F.) Wild.

Em outros experimentos relacionados a capacidade de proliferação celular de extratos de plantas medicinais utilizando sistemas teste vegetais, foram relatados por TEDESCO et al. (2012) estudando *Mentha puleguim* L. (poejo), que as infusões de 15 g.L⁻¹ e 30 g.L⁻¹ preparadas com as folhas da espécie, apresentam potencial antiproliferativo sobre a sistema teste e *A. cepa*. NEVES et al. (2014) puderam verificar que os extratos aquosos de *Phyllanthus niruri* L. apresentaram atividade antiproliferativa nas concentrações de 0,02 mg.mL⁻¹, 0,04 mg.mL⁻¹, 0,06 mg.mL⁻¹ e 0,08 mg.mL⁻¹.

Em estudo realizado por PASQUALLI et al. (2015), os pesquisadores também observaram reduções dos valores dos índices mitóticos nos tratamentos com extratos de *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk, tanto das infusões com folhas secas e frescas, quanto do extrato cru das folhas frescas nas concentrações de 4 g.L⁻¹ e 16 g.L⁻¹.

KUHN et al. (2015) e ROSSATO et al (2010), avaliando o efeito das infusões de *Eugenia uniflora* L e *Pluchea sagittalis*. concluíram que as mesmas possuem ação antiproliferativa sobre o sistema teste de *A. cepa*. Todos os resultados descritos anteriormente corroboram com os encontrados no presente trabalho. A importância das espécies de plantas que possuem capacidade antiproliferativa, devido a sua composição fitoquímica, está na possibilidade do seu uso para inibição da divisão celular em diversos tipos de células tumorais.

Apenas o tratamento que ficou em contato com a infusão de 2.0 g.L⁻¹ das folhas frescas de *C. erecta* apresentou uma capacidade proliferativa sobre as células de *A. cepa*. A mesma característica proliferativa foi encontrada para sucos preparados com frutos de araçá amarelo (*Psidium cattleianum* SABINE), cujos compostos majoritários foram derivados de quercitina (HISTER, 2015).

A análise fitoquímica das infusões das folhas e flores de *Commelina erecta* L. revelou a presença de 11 compostos, sendo eles: ácido gálico (tR = 11.53 min; pico 1), catequina (tR = 16.74 min; pico 2), ácido clorogênico (tR = 20.98 min; pico 3), ácido cafeico (tR = 25.03 min; pico 4), ácido elágico (tR = 30.17; pico 5), epicatequina (tR = 37.64 min; pico 6), rutina (tR = 42.51 min; pico 7), quercitrina (tR = 48.93 min; pico 8), isoquercitrina (tR = 54.27 min; pico 9), quercetina (tR = 56.03 min; pico 10) e canferol (tR = 64.37 min; pico 11). A figura 1 mostra o perfil cromatográfico das infusões analisadas.

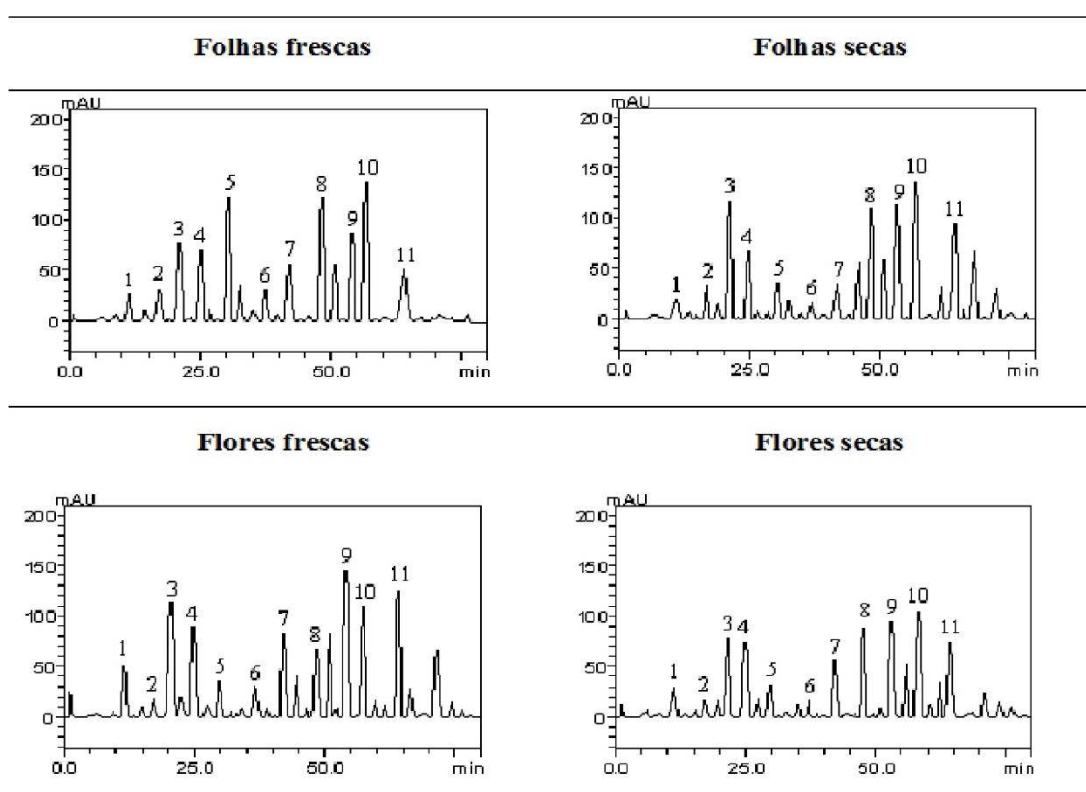


FIGURA 1– Perfil representativo da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência das infusões das folhas e flores (frescas e secas) de *Commelina erecta* L. Ácido gálico (pico 1), catequina (pico 2), ácido clorogênico (pico 3), ácido cafeico (pico 4), ácido elágico (pico 5), epicatequina (pico 6), rutina (pico 7), quercitrina (pico 8), isoquercitrina (pico 9), quercetina (pico 10) e canferol (pico 11).

É possível observar que o composto majoritário presente na infusão das folhas é a quercetina (pico 10). Igualmente, para a infusão das flores secas, o composto encontrado em maior quantidade foi a quercetina e para a infusão das flores frescas, a isoquercitrina (pico 9) foi o composto majoritário. Algumas propriedades terapêuticas dos flavonóides, principalmente da quercetina vem sendo estudadas devido ao seu potencial antioxidante, anticarcinogênico, e seus efeitos protetores aos sistemas renal, cardiovascular e hepático (BEHLING et al., 2004). COELHO (2013)

determinou a capacidade antiproliferativa de *Echinodorus longiscapus* Arech., cujos extratos também apresentaram flavonóides e ácidos fenólicos, sendo glicosídeo fenol e ácido gálico os com maiores teores.

FACHINETTO et al. (2007), demonstraram a capacidade antiproliferativa dos extratos de *Achyrocline satureioides* (Marcela), os quais também possuem como principais componentes flavonóides quercetina, luteolina e 3-O-metilquercetina, porém neste caso a capacidade inibitória não é determinada por estes compostos, mas sim pela presença de taninos (TEIXEIRA et al., 2003).

Desse modo é possível perceber a aplicabilidade de sistemas teste vegetais visando a detecção dos potenciais efeitos dos extratos de plantas medicinais sejam eles na forma de infusões, extratos crus ou de óleo volátil, buscando sempre aprimorar as informações sobre essas plantas em prol de melhorias na saúde de seus usuários.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados é possível concluir que as infusões das flores frescas e secas de *Commelina erecta* L. possuem potencial antiproliferativo sobre o sistema teste de *Allium cepa* L., da mesma forma que a infusão das folhas secas. Somente a infusão das folhas frescas apresentou potencial proliferativo.

Tais características podem estar relacionadas a composição fitoquímica dos extratos, cujos compostos majoritários foram quercetina e a isoquercitrina.

REFERÊNCIAS

ABBAS, S. R.; SABIR, S. M.; AHMAD, S. D.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L. Phenolic profile, antioxidant potential and DNA damage protecting activity of sugarcane (*Saccharum officinarum*). **Food Chemistry**, v. 147, p. 10-16, 2014. Disponível em: DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.113. URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24206679

ALAERTS, G.; MATTHIJS, N.; SMEYERS-VERBEKE, J.; VANDER, H. Y. Chromatographic fingerprint development for herbal extracts: a screening and optimization methodology on monolithic columns. **Journal of chromatographi A**, v. 1172, n. 1, p. 1-8, 2007. Disponível em: DOI: 10.1016/j.chroma.2007.07.080. URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17942105

AYRES, M. BioEstat 5.3: **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. 5. Ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, Brasília CNPq. 2007.

BOLIGON, A. A.; KUBIÇA, T. F.; MARIO, D. N.; BRUM, T. F.; PIANA, M.; WEIBLEN, R.; LOVATO, L.; ALVES, S. H.; SANTOS, R. C. V.; ALVES, C. F. S.; ATHAYDE, M. L. Antimicrobial and antiviral activity-guided fractionation from *Scutia buxifolia* Reissek extracts. **Acta Physiol Plant**. v.35, p. 2229-2239, 2013. Disponível em: DOI:10.1007/s11738-013-1259-0. URL: link.springer.com/article/10.1007/s11738-013-1259-0

BEHLNG, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHU, M. L. P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alim. Nutri**. Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004. Disponível em: URL: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/89/102>

CABRERA, G. L.; RODRIGUEZ, D. M. G. Genotoxicity of soil from farmland irrigated with wastewater using three plant bioassays. **Mutation Research**, v. 426, p. 211-214, 1999. Disponível em: DOI: 10.1016/s0027-5107(99)00070-6. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0027510799000706

CARITÁ, R. & MARIN-MORALES, M. A. Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. **Chemosphere**, 72: 722-725, 2008. Disponível em: DOI: 10.1016/j.chemosphere.2008.03.056. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653508004372

COELHO, A. P. D.; FRESCURA, V. D.; MAMBRI, A. P.; BOLIGON, A. A.; TEDESCO, S. B. Avaliação dos compostos fenólicos e potencial genotóxico e antiproliferativo do extrato de *Echinodorus longiscapus* Arech. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16, 2698-2709. 2013. Disponível em: URL: www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/avaliacao%20dos%20compostos.pdf

CHRISTOFFOLETI, P. J. Benefícios potenciais de plantas daninhas: I Nutricêuticos e Fitodescontaminantes ambientais. **Revista Planta Daninha**, v. 19, n. 1, Viçosa, p. 151-153, 2001. Disponível em: DOI: 10.1590/s0100-83582001000100018. URL: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582001000100018

DIAS, M. G.; CANTO-DOROW, T. S.; COELHO, A. P. D.; TEDESCO, S. B. Efeito genotóxico e antiproliferativo de *Mikania cordifolia* (L. F.) Willd. (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 202-208, 2014. Disponível em: DOI: 10.1590/s1516-05722014000200006. URL: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722014000200006

FACHINETTO, J. M.; BAGATINI, M. D.; DURIGON, J.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 49-54, jan./mar. 2007. Disponível em: DOI: 10.1590/s0102-695x2007000100011. URL: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2007000100011

FLECK, N. G. "Minha Opinião: Herbologia". **Revista Ciência das Plantas Daninhas**. v. 14, n. 2, p. 9-10, 2007.

FISKESJÖ, G. The *Allium* Test II: Assesmente of chemical's genotoxic potential by recording aberrations in chromosomes and cell divisions in root tips of *Allium cepa* L. **Environ Toxicol Water Qual**, v.9, p. 234-241, 1994. Disponível em: DOI: 10.1002/tox.2530090311. URL: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tox.2530090311/abstract

FRESCURA, V. D.; LAUGHINGHOUSE, H. D.; TEDESCO, S. B. Antiproliferative effect of the tree and medicinal species *Luehea divaricata* on the *Allium Cepa* cell cycle. **Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics**, v.65, n.1, p.27-33, 2012. Disponível em: DOI: 10.1080/00087114.2012.678083. URL: www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00087114.2012.678083

GADANO, A.; GURNI, A.; LÓPEX, P.; FERRARO, G.; CARBALLO, M. *In vitro* genotoxic evaluation of the medicinal plant *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v.81, p. 11-6, 2002. Disponível em: DOI: 10.1016/s0378-8741(01)00418-4. URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12020922

GARLET, T. M. B.; IRGANG, B. E. Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por mulheres trabalhadoras rurais de Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 4, n. 1, Botucatu, p. 9-18, 2001. Disponível em: DOI: 10.1590/1983-084x/12_137. URL: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151605722014000500014&lng=pt&nr_m=iso&tlng=en

GUERRA, M.; SOUZA, M. J. **Como observar cromossomos**: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. Ribeirão Preto: FUNPEC, 131p., 2002.

HILLOCKS, R. J. The potential benefits of weeds with reference to small holder agriculture in Africa. In: **Integrated Pest Management Reviews**. v. 3, p. 155-167, 1998. Disponível em: DOI: 10.1023/a:1009698717015. URL: link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1009698717015

HISTER, C. A. L. **Genotoxicidade, citotoxicidade, compostos fenólicos e viabilidade polínica de *Psidium cattleianum* SABINE (Myrtaceae)**. 2015. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgagrobio/Carmine.pdf>

KUHN, A. W.; TEDESCO, M.; LAUGHINGHOUSE, H. D.; FLORES, F. C.; SILVA, C. B.; CANTO-DOROW, T.; TEDESCO, S. B. Mutagenic and antimutagenic effects *Eugenia uniflora* L. by the *Allium cepa* L. test. **Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics**. 2015. Disponível em: DOI: 10.1080/00087114.2014.998525, 2015.

LAGHINGHOUSE, H. D.; PRÁ, D.; SILVA-STENICO, M. E.; RIEGER, A.; FRESCURA, V. D.; FIORE, M. F.; TEDESCO, S. B. Biomonitoring genotoxicity and cytotoxicity of *Microcystis aeruginosa* (Choococcales, Cyanobacteria) using the *Allium cepa* test. **Science of the Total Environment**, v. 432, p. 180-188, 2012. Disponível em: DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.05.093. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971200808X

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

MITTEREGGER-JÚNIOR, H.; FERRAZ-DIAS, J.; YONEMA, M. L.; ARRENZON, A.; SILVA, J.; PEGAS-HENRIQUES, J. A. Avaliação das águas tóxicas e mutagênicas da água e do sedimento do Arroio Estância Velha, Região coureira calçadista, utilizando *Allium cepa*. **J. Braz. Ecotoxicol**, v.1, n. 2, p.147-151, 2006. Disponível em: DOI: 10.5132/jbse.2006.02.011.

NEVES, E. S.; FERREIRA, P. M.; LIMA, L. H.; PERON, A. P. Action of Aqueous Extracts of *Phyllanthus niruri* L. (Euphorbiaceae) leaves on Meristematic Root Cells of

Allium cepa L. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.86, n.3, p.1131-1136, 2014. Disponível em: DOI: 10.1590/0001-3765201420130170. URL: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000137652014000301131&lng=en&nr=iso&tlng=en

PASQUALLI, M.; TEDESCO, M.; TEDESCO, S. B. Potencial antiproliferativo e genotóxico de *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. pelo teste de *Allium cepa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 2365-2372, 2015. Disponível em: URL: www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/biologicas/potencial%20antiproliferativo.pdf

ROSSATO, L. V.; TEDESCO, S. B.; LAUGHINGHOUSE, H. D.; FARIAS, J. G.; NICOLOSO, F. T. Alterations in the mitotic index of *Allium cepa* induced by infusions of *Pluchea sagittalis* submitted to three different cultivation systems. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, v. 82, n. 4, p. 857-860, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aabc/v82n4/07.pdf>

SCHOTT, P. C.; CANTO-DOROW, T. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET-CT/UFSM** (e-ISSN: 2236-1170), v. 4, n. 4, p. 524-529, 2011. Disponível em: URL: periodicos.ufsm.br/reget/article/download/3901/2274

SILVA, C. R.; MONTEIRO, M. R.; ARAÚJO, A. C.; BEZERRA, R. J. A. C. Absence of mutagenic and citotoxic potentiality of senna (*Cassia angustifolia* Vahl.) evaluated by microbiological tests. **Rev Bras Farmacogn**, v. 14, v. 1-3, 2004. Disponível em: ISSN: 0102-695X. URL: www.scielo.br/pdf/rbfar/v14s0/a01v14s0.pdf

SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J. A. P. **Genética toxicológica**. Porto Alegre, Ed. Alcance, Porto Alegre, 422p, 2003.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. 3 Ed., Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum. 768p., 2012.

TEDESCO, M. **Caracterização citogenética, compostos fenólicos e genotoxicidade de *Sambucus australis* Cham. & Schlttdl. (Adoxaceae)**. 2015. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

TEDESCO, M.; KUHN, A. W.; AGUIAR, A. R.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Potencial antiproliferativo de extratos aquosos de *Mentha pulegium* L. pelo teste de *Allium cepa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15; p. 1913, 2012. Disponível em: URL: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/avaliacao%20dos%20compostos.pdf>

TEDESCO, S. B.; LAUGHINGHOUSE, H. D. Bioindicador of Genotoxicity: The *Allium cepa* Test. Environmental Contamination, Ed. Srivastava J., 2012. Disponível em: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/29315.pdf>.

TEIXEIRA, R.O.; CAMPAROTO, M. L.; MANTOVANI, M. S., VICENTINI, V. E. P. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L. in *in vivo* assays. **Genet Mol Biol**, v.26, p. 551-555, 2003. Disponível em: DOI: 10.1590/S0102-695X2007000100011. URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2007000100011

VEIGA JÚNIOR, F. V.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas Mediciniais: Cura Segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005. Disponível em: DOI: 10.1590/S0100-40422005000300026. URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010040422005000300026&script=sci_abstract&tln g=pt