

TEORES DE QUERCITRINA EM ACESSOS DE *SOLIDAGO CHILENSIS* MEYEN (ASTERACEAE) E SUA CORRELAÇÃO COM ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

*Quercitrin contents in accessions of Solidago chilensis Meyen (Asteraceae) and its correlation with soil chemical attributes*

Bernardo Arthur Dall'Agnol de Souza<sup>1</sup>, Erik Nunes Gomes<sup>2\*</sup>, Felipe Francisco<sup>3</sup>, Aurea Portes Ferriani<sup>4</sup>, Wanderlei do Amaral<sup>5</sup>, Cícero Deschamps<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo; Universidade Federal do Paraná: [dallagnolb@gmail.com](mailto:dallagnolb@gmail.com)

<sup>2</sup>Mestre em Agronomia; The State University of New Jersey - New Brunswick, Rutgers, Estados Unidos: [e93gomes@gmail.com](mailto:e93gomes@gmail.com)

<sup>3</sup>Mestre em Agronomia; Universidade Federal do Paraná: [felipefrancisco@agronomo.eng.br](mailto:felipefrancisco@agronomo.eng.br)

<sup>4</sup>Doutora em Agronomia; Universidade Federal do Paraná: [aurea.portes@hotmail.com](mailto:aurea.portes@hotmail.com)

<sup>5</sup>Doutor em Agronomia; Universidade Federal do Paraná: [wdoamaral@ufpr.br](mailto:wdoamaral@ufpr.br)

Doutor em Fisiologia Vegetal; Professor em Universidade Federal do Paraná: [cicero@ufpr.br](mailto:cicero@ufpr.br)

\*Autor para correspondência

Artigo enviado em 17/03/2017, aceito em 10/07/2018 e publicado em 17/07/2018.

**Resumo** – *Solidago chilensis* Meyen, popularmente conhecida como arnica brasileira, é uma espécie com propriedades medicinais devido à presença de quercitrina (3-*o*-ram-quercetina) que possui ação antiinflamatória. Objetivou-se avaliar os teores de quercitrina em flores, folhas e parte aérea (ramos, folhas e flores) de acessos de *S. chilensis* e sua correlação com os atributos químicos do solo. O material vegetal foi coletado de dez acessos distribuídos na região metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná, quando apresentavam-se em pleno florescimento. O maior teor quercitrina foi verificado nas folhas quando comparado com flores e parte aérea da planta. Os acessos A05 (Curitiba) e A07 (Mandirituba) apresentaram os maiores teores de princípio ativo (58,13 e 57,63 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente). Maiores teores de quercitrina foram observados em solos com maior pH e disponibilidade de cálcio e com menores teores de alumínio no solo.

**Palavras-Chave** – Ação antiinflamatória, arnica brasileira, fitoquímica, flavonoides.

**Abstract** – *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) *Solidago chilensis* Meyen, popularly known as Brazilian arnica, is a species with medicinal properties due to the presence of quercitrin (3-*o*-ram-quercetin) which is related with anti-inflammatory activity. The objective of this study was to evaluate the levels of quercitrin in flowers, leaves and shoots of *S. chilensis* accessions, and its correlation with soil chemical attributes. The plant material was collected from ten accessions distributed in the metropolitan region of Curitiba, State of Paraná, when they were in full bloom. The highest quercitrin content was verified in the leaf tissue when compared to flowers and shoots of the plant. Accessions A05 (Curitiba) and A07 (Mandirituba) had the highest levels of active principle (58.13 and 57.63 mg g<sup>-1</sup>, respectively). Higher levels of quercitrin can be obtained with increasing pH, calcium availability and reduction of aluminum content in the soil.

**Keywords** – Anti-inflammatory activity, Brazilian arnica, flavonoids, phytochemistry.

## INTRODUÇÃO

Com cerca de 120 espécies, o gênero *Solidago* é um dos mais representativos da família Asteraceae (WEBER e JAKOBS, 2005; ASSINI *et al.*, 2013). As espécies geralmente apresentam porte herbáceo, caule ereto pouco ramificado e hábito perene (BURKART, 1979). Dentre as espécies do gênero destaca-se a *Solidago chilensis* Meyen,

nativa da América do Sul e amplamente difundida na Região Sul do Brasil. Popularmente conhecida como Arnica Brasileira, erva-laceta ou arnica do campo, apresenta a nomenclatura *Solidago microglossa* DC., como sinônimo científica. (LORENZI e MATOS, 2008).

Apesar de ser uma espécie melífera com potencial ornamental (GIL *et al.*, 2012) e também relatada como erva daninha de difícil controle (MARZOCCA *et al.*, 1992), o principal interesse comercial de *S. chilensis* é atribuído às suas

propriedades medicinais. Seu uso como planta medicinal é antigo, sendo citada na Farmacopeia Brasileira de 1926 sob o nome de arnica silvestre. Atualmente a espécie vem sendo amplamente utilizada, especialmente na forma de infusões e extratos alcoólicos, devido à propriedades cicatrizantes, analgésicas e antiinflamatórias (LORENZI e MATOS, 2008; TAMURA *et al.*, 2009; ASSINI *et al.*, 2013).

Diversos estudos fitoquímicos foram realizados na espécie, sendo identificados flavonoides, principalmente quercetina, campferol e rutina (LORENZI e MATOS, 2008), glicosídeos, óleos essenciais e saponinas (SILVA *et al.*, 2010). Das raízes de *S. chilensis* foram isolados diterpenos labdanos (SCHMEDA-HIRSCHMANN, 1987), solidagenona (SCHMEDA-HIRSCHMANN *et al.*, 2005; SMOLAREK, 2011), além de flavonoides como quercetina e quercitrina (3-*o*-ram-quercetina), sendo este último relatado como composto majoritário da parte aérea e responsável pela ação medicinal antiinflamatória da espécie (GUTIERREZ *et al.*, 1981; TORRES *et al.*, 1987; ANVISA, 2010).

Os teores de metabólitos secundários em plantas são determinados, além das características genéticas, pelas condições ambientais às quais são sujeitas (GOBBO-NETO e LOPES, 2007). As diversas interações da planta com o ambiente podem redirecionar a rota metabólica, provocando a biossíntese de diferentes compostos, ou alterando a quantidade de produção de determinado metabólito. Dessas interações, destacam-se as condições de temperatura e luminosidade, disponibilidade hídrica e disponibilidade de nutrientes, fatores intimamente relacionados com as relações edafoclimáticas às quais estão expostas as espécies (MORAIS, 2009).

Nesse sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar os teores de quercitrina (3-*O*-ram-quercetina) em flores, folhas e parte aérea de acessos de *S. chilensis* coletados em diferentes áreas da região metropolitana de Curitiba, bem como sua correlação com os atributos químicos do solo dos respectivos locais de coleta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal foi coletado no outono (entre 27 de março e 04 de abril de 2013), quando a espécie se encontrava em pleno florescimento. Os acessos (N=10) foram obtidos de dez diferentes pontos de coleta em localidades da região metropolitana de Curitiba-PR: Araucária (A01), Campo Largo (A02), Colombo (A03), Contenda (A04), Curitiba (A05), Fazenda Rio Grande (A06), Mandirituba (A07), Pinhais (A08), Piraquara (A09) e São José dos Pinhais (A10). Os pontos de coleta dos acessos foram selecionados em função da ocorrência natural da espécie. Coletou-se somente a parte aérea da planta, com flores e folhas.

As amostras de solo para análise dos atributos químicos foram coletadas com auxílio de um trado a uma profundidade de 20cm. A posição geográfica dos locais de coleta foi determinada com GPS.

As amostras vegetais foram separadas em três partes: flores, folhas e parte aérea (folhas, ramos e flores), devidamente embaladas e identificadas. A secagem do material foi realizada em estufa à 40°C por 48 horas. Após secas as amostras foram trituradas em liquidificador e armazenadas em recipientes opacos e vedados até a obtenção do extrato bruto.

O método utilizado para obtenção do extrato bruto foi similar ao descrito por Smolarek (2011) para extração da mesma espécie. Utilizou-se para extração aparelho Soxhlet contendo um condensador conectado na parte superior e um balão de fundo chato com capacidade para 250ml com pérolas de vidro na extremidade inferior.

Adicionou-se 2,5g do material vegetal em um tubo Falcon de fundo cônico perfurado com as porções superiores e inferiores vedadas com algodão. No balão de fundo chato foram adicionados 160 mL de etanol 77%, sendo em seguida conectado ao extrator. No extrator inseriu-se o tubo Falcon, onde foi posteriormente adicionado 60 mL de etanol 77%. O Sistema foi conectado ao condensador e manta aquecedora.

O processo de aquecimento garantiu a continuidade da extração, de forma que o solvente condensado fosse percolado no tubo de Falcon passando para o extrator até refluxação (CARVALHO, 2008). Após quatro horas, o extrato obtido foi transferido para um balão volumétrico de 200 mL, tendo seu volume completado com etanol 77% e posteriormente guardado em frascos âmbar bem vedados e identificados.

Para quantificação do princípio ativo 3-*O*-ram-quercetina das amostras utilizou-se a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), realizado pela empresa As Ervas Curam Indústria Farmacêutica Ltda., Curitiba, Paraná.

O aparelho utilizado foi o Merck-Hitashi, composto de bomba L7100, degaseificador de solventes L7812, injetor automático L-7200, detector DAD L7455, interface L7000 conectada ao sistema operacional Windows Professional, e coluna Phenomenex Gemini C-18 250 x 4,6 mm (5µm) a temperatura de 35°C.

O diluente da amostra foi metanol 50% + água destilada 48% + ácido fosfórico 2% e os solventes utilizados foram: Fase A: Ácido sulfúrico 0,01M + ácido fosfórico 0,4% em água destilada; Fase B: Metanol 95% + Fase ácida concentrada 5% (Fase ácida concentrada: ácido sulfúrico 0,05 M + ácido fosfórico 2% em água destilada); Fase C: Acetonitrila 90% + Fase ácida concentrada 10% (Fase ácida concentrada: ácido sulfúrico 0,05 M + ácido fosfórico 2% em água destilada).

A partir das análises de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foram gerados gráficos de intensidade *versus* tempo, indicando assim o teor do princípio ativo 3-*O*-ram-quercetina em mg g<sup>-1</sup>.

Realizou-se teste-t entre as amostras com pressuposto de variâncias equivalentes para os teores de 3-*O*-ram-quercetina em diferentes partes da planta e análise de correlação entre os teores do princípio ativo nas diferentes porções vegetais e atributos químicos do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores de 3-O-ram-quercetina foram obtidos nas folhas dos acessos coletados em Curitiba (A05) e Mandirituba (A07) enquanto que os menores teores do composto foram observados em flores do acesso São José dos Pinhais (A10) (Figura 1). De modo semelhante, verificou-se diferenças significativas no teor de óleo essencial de 5 acessos de mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), atribuídas pelos autores, à variação genética entre os materiais vegetais (CASTRO *et al.*, 2004). Em caramboleira (*Averrhoa carambola* L.), a variação nos teores de compostos antioxidantes em frutos de diferentes acessos foi atribuída a diversos fatores, além das diferenças genéticas, também foram apontados como influentes os fatores edafoclimáticos (tipo de solo e condições climáticas), grau de maturação de frutos e condições de processamento e armazenamento da polpa (LIRA-JUNIOR *et al.*, 2014).

A variação genética em populações naturais de plantas é a base da sua resistência perante as pressões do ambiente, sendo a matéria-prima da seleção natural. As plantas que ocorrem ao longo de um gradiente ambiental variam tanto quanto à sua constituição genética quanto a sua atividade fisiológica, condicionadas pelo processo de

seleção natural, nesse sentido, embora pertencendo à mesma espécie, podem responder de modo muito diferente a dado grau de tensão ambiental (CASTRO *et al.*, 2004).

As variações na produção de metabólitos secundários em vegetais, apesar da existência de um controle genético, são consideravelmente dependentes da interação de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos. Nesse sentido, os metabólitos secundários representam uma interface química entre as plantas e o ambiente circundante, portanto, sua síntese é frequentemente afetada por condições ambientais (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

Os compostos fenólicos estão entre os principais compostos que contribuem para os mecanismos de defesa das plantas em resposta aos estímulos ambientais. Os flavonoides, uma classe de compostos fenólicos, e especialmente os que possuem o sistema catecol (3',4'-diidroxí) no anel B (por exemplo, derivados quercetina como a quercitrina) ajudam as plantas a lidar com o estresse induzido por fatores ambientais, como altos níveis de radiação UV-B ou seca pela mitigação dos efeitos danosos causados pela produção de espécies reativas de oxigênio (FERDINANDO *et al.*, 2014; NENADIS *et al.*, 2015).

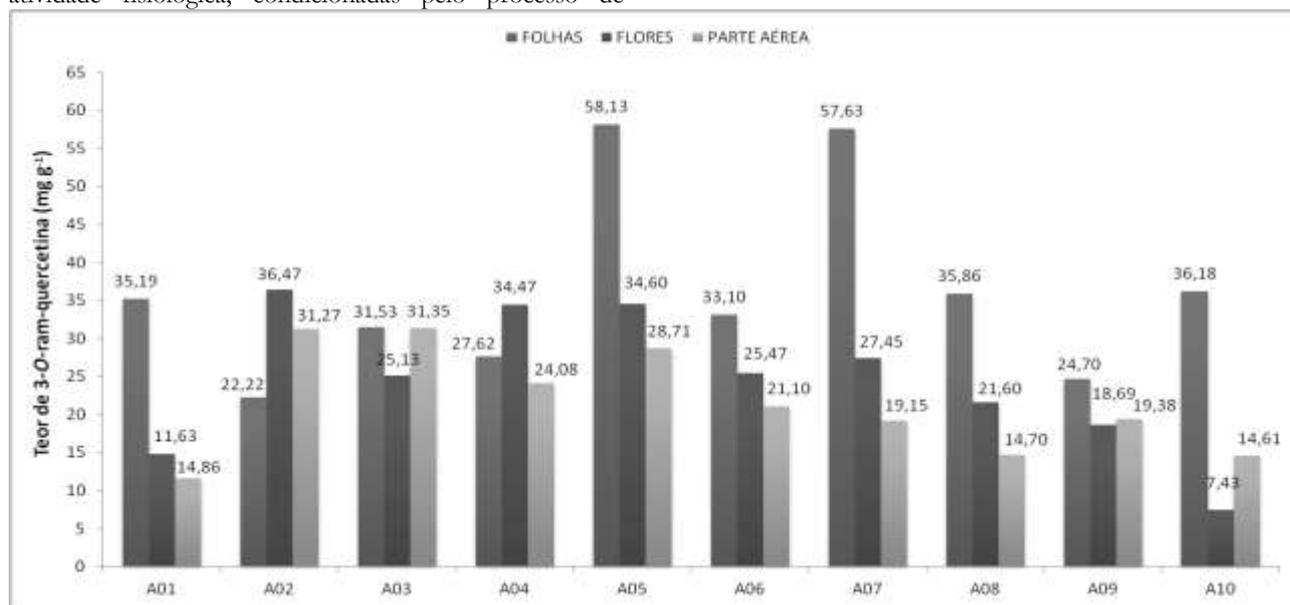


Figura 01. Teores de 3-O-ram-quercetina (quercitrina) em flores, folhas e parte aérea (flores, folhas e caules) em acessos de arnica (*Solidago chilensis* Meyen). Paraná, 2013.

Variações entre os teores de quercitrina são relatados na parte aérea de acessos de *Hypericum montbretii* Spach, com teor máximo de 4,37 mg g<sup>-1</sup> (CIRAK *et al.*, 2014), e *Hypericum perforatum* L. com teor máximo de 3,98 mg g<sup>-1</sup> (CIRAK *et al.*, 2007b), valores inferiores aos observados para a parte aérea dos acessos de *Solidago chilensis* avaliados no presente trabalho, demonstrando seu potencial para o cultivo e exploração econômica.

Em folhas de *Houttuynia cordata* Thunb também foram observadas variações nos teores de quercitrina em

acessos coletados em diferentes regiões na China, com correlação positiva entre características morfológicas e o teores do princípio ativo (LING-SHANG *et al.*, 2009).

No presente trabalho, além da variação entre os acessos, também verificou-se diferenças nos teores de quercitrina nos diferentes órgãos das plantas avaliadas. Conforme a comparação das amostras pelo teste-t, a concentração foi maior nas folhas em relação às flores, que por sua vez apresentaram valores superiores do que os observados na análise da parte aérea (Tabelas 1).

Tabela 1. Testes-t de teores de quercitrina (mg g<sup>-1</sup>) em diferentes porções de plantas de *Solidago chilensis* Meyen.

	Folhas	Parte aérea	Folhas	Flores	Flores	Parte aérea
Média	36,21772	21,59716	36,21772	24,61523	24,61523	21,59716
Variância	152,6877187	50,28407	152,6877187	86,78056	86,78056193	50,28407
Observações	10	10	10	10	10	10
Variância agrupada	101,4858962		119,7341403		68,53231783	
Gl	18		18		18	
Stat t	3,245235095		2,370976256		0,81520456	
P(T<=t) uni-caudal	0,002246158		0,01455349		0,212805439	
t crítico uni-caudal	1,734063607		1,734063607		1,734063607	
P(T<=t) bi-caudal	0,004492316		0,029106981		0,425610879	
t crítico bi-caudal	2,10092204		2,10092204		2,10092204	

Os resultados obtidos neste trabalho divergem dos obtidos por Griza (2007) no qual a maior quantidade de flavonoides foi encontrada em flores da espécie, sendo a quercitrina substância. Neste sentido, é possível indicar para os acessos avaliados no presente trabalho, a utilização das folhas para extração do princípio ativo medicinal, o que, em tese, possibilita uma colheita mais precoce e maior número de colheitas por ano, uma vez que não haveria necessidade do florescimento para obtenção dos maiores teores do princípio ativo.

É necessário ressaltar, no entanto, que são necessários estudos complementares no sentido de avaliar a influência do florescimento na redistribuição dos compostos na planta, uma vez que a passagem da fase vegetativa para a fase reprodutiva tem implicações metabólicas não apenas relacionadas com o acúmulo do princípio ativo nas estruturas florais.

Em *Hypericum origanifolium* Willd, de maneira diferente do observado no presente trabalho, os tecidos reprodutivos acumularam maiores teores de quercitrina em relação às folhas. Na parte aérea, contudo, foi observada uma tendência de aumento nos conteúdos de quercitrina durante o curso da ontogenia, com um pico no período de florescimento (CIRAK *et al.*, 2007a), ilustrando a importância do florescimento na determinação do período de colheita de plantas medicinais.

Em *Chrysanthemum morifolium* Ramat., Wang *et al.* (2013) o florescimento também altera o teor de quercitrina. Na avaliação de três genótipos, os autores relataram que os picos do princípio ativo foram alcançados quando 70% das flores marginais e 50% das flores tubulares apresentavam-se abertas. Entre os genótipos também foram observadas variações, e, uma vez que foram cultivados na mesma área os autores sugerem que as diferenças são atribuídas à origem geográfica e controle genético distintos (WANG *et al.*, 2013).

Conforme citado anteriormente, o conjunto de características genéticas e fatores ambientais são responsáveis pelas diferenças observadas entre acessos de uma mesma espécie na produção de metabólitos secundários. Um dos principais fatores ambientais nesse sentido é o solo onde crescem as plantas, especialmente pela disponibilidade de nutrientes. Apesar da reconhecida influência dos atributos do solo no desenvolvimento vegetal, poucos estudos mostram relações entre pH ou microorganismos do solo e metabolismo secundário de vegetais (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

Nesse sentido, o presente trabalho identificou correlação entre a acidez e teor de alumínio no solo e a produção de compostos fenólicos em *S. chilensis*. Na tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação entre atributos químicos dos solos dos locais de coleta e os teores de quercitrina nos acessos avaliados.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre teores de quercitrina em partes da planta de arnica (*Solidago chilensis* Meyen) e atributos químicos do solo dos locais de coleta.

Tecido	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Al	H + Al	Ca	Mg	K	SB	T	P	C	V	m
Folhas	0,11	-0,20	-0,27	0,67	0,21	0,30	0,65	-0,10	-0,39	-0,06	0,45	-0,18
Flores	0,66	-0,65	0,29	0,39	-0,14	-0,29	0,31	0,38	-0,47	0,23	0,19	-0,70
Parte aérea	0,35	-0,11	0,15	0,17	0,17	-0,17	0,19	0,20	-0,46	-0,06	0,14	-0,40

É possível observar uma correlação positiva entre o pH do solo, e os teores de princípio ativo nas flores, ao passo que o teor de alumínio e a saturação por alumínio (m) apresentam correlação negativa com os teores de quercitrina nos órgãos reprodutivos. Nas folhas a soma de bases e teores de cálcio apresentaram correlação positiva com os teores de quercitrina.

Os efeitos positivos do aumento do pH e teores de cálcio, além da maior disponibilidade deste nutriente para as plantas, estão relacionados à diminuição dos efeitos danosos do alumínio.

O alumínio afeta significativamente a absorção e assimilação do nitrogênio, além de reduzir a absorção de nitrato, reduz a atividade da enzima redutase do nitrato (JUSTINO *et al.*, 2006), o que provoca diminuição da produção de aminoácidos e proteínas e consequente limitação na produção de biomassa. Além dos efeitos no metabolismo primário, a redução nos teores de aminoácidos podem causar inibição na síntese de compostos fenólicos, uma vez que estes são derivados da conversão do aminoácido fenilalanina em ácido trans-cinâmico pela ação da enzima fenilalanina amônia-liase (HATFIELD *et al.* 2009).

Além da alteração no metabolismo do nitrogênio, o excesso de alumínio prejudica a síntese de energia na planta em função da inibição da absorção e transporte de fósforo e atividade da enzima ATPase (AHN *et al.*, 2001; ABICHEQUER *et al.*, 2003). Considerando a necessidade de energia em forma de ATP e outras enzimas dependentes de fósforo no metabolismo de compostos fenólicos, a limitação nos conteúdos deste elemento podem ser determinantes na redução dos teores de quercitrina em condições de maior concentração de alumínio no solo.

Os resultados obtidos demonstram que apesar da espécie ocorrer em solos ácidos e com baixa fertilidade, em eventuais cultivos comerciais, a realização de calagem pode elevar os teores do princípio ativo.

## CONCLUSÕES

O maior teor de 3-O-ram-quercetina para a espécie *Solidago chilensis* Meyen ocorre em folhas quando comparado com flores e parte aérea da planta. Os acessos A05 (Curitiba) e A07 (Mandirituba) apresentam os maiores teores de princípio ativo (58,13 e 57,63 mg.g<sup>-1</sup>, respectivamente). Maiores teores de quercitrina são observados em solos com maior pH e disponibilidade de cálcio e com menores teores de alumínio.

## REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A. D.; BOHNEN, H.; ANGHINONI, I. Absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo submetidas à toxidez de alumínio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 2, p. 373-378, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. Farmacopeia Brasileira. 5. ed. Brasília: Editora FIOCRUZ, 2010.

AHN, S. J.; SIVAGURU, M.; OSAWA, H.; CHUNG, G. C.; MATSUMOTO, H. Aluminum inhibits the H<sup>+</sup>-ATPase activity by permanently altering the plasma membrane surface potentials in squash roots. *Plant Physiology*, v. 126, n. 4, p. 1381-1390, 2001.

ASSINI, F.L.; FABRICIO, E.J.; LANG, K.L. Efeitos farmacológicos do extrato aquoso de *Solidago chilensis* Meyen em camundongos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.15, n.1, p.130-134, 2013.

BURKART, Arturo. Flora ilustrada catarinense. *Leguminosas Mimosoideas. I Parte*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1979. 304 p.

CARVALHO, J. L. de C. *Desenvolvimento tecnológico de insumos, isolamento de marcadores e validação analítica dos derivados do Nasturtium officinale R. BR., Brassicaceae*. 2008. 182f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CASTRO, H. G.; OLIVEIRA, L.O.; BARBOSA, L.C.A.; FERREIRA, F.A.S.; DERLY, J. H.; MOSQUIM, P. R.; NASCIMENTO, E.A. Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. *Química Nova*, v. 27, n. 1, p. 55-57, 2004.

CIRAK, C.; RADUSIENE, J.; IVANAUSKAS, L.; JAKSTAS, V.; ÇAMAŞ, N. Changes in the content of bioactive substances among *Hypericum montbretii* populations from Turkey. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 24, n. 1, p. 20-24, 2014.

CIRAK, C.; RADUSIENE, J.; IVANAUSKAS, L.; JANULIS, V. Variation of bioactive secondary metabolites in *Hypericum origanifolium* during its phenological cycle. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.29, n.3, p. 197 – 203, 2007<sup>a</sup>.

CIRAK, C.; RADUSIENE, J.; KARABÜK, B. S.; JANULIS, V. Variation of bioactive substances and morphological traits in *Hypericum perforatum* populations from Northern Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 35, n. 7, p. 403-409, 2007<sup>b</sup>.

FERDINANDO, M.; BRUNETTI, C.; AGATI, G.; TATTINI, M. Multiple functions of polyphenols in plants inhabiting unfavourable Mediterranean areas. *Environmental and Experimental Botany*, v. 103, n.1, p. 107–116, 2014.

GIL, S. P.; SEISDEDOS, L.; REYNA, M. E.; CERANA, M. M.. Epidermis foliar de tres especies de asteráceas nativas

de Argentina con potencial ornamental. *Phyton (Buenos Aires)*, v. 81, n. 2, p. 205-210, 2012.

GOBBO-NETO, L., LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GRIZA, F. T. *Análise do perfil fitoquímico e avaliação de efeitos biológicos de Solidago chilensis Meyen.* 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Toxicologia Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Toxicologia Aplicada. Universidade Luterana do Brasil, Canoas 2007.

GUTIERREZ, A.B.; OBERTI, J.C.; JULIANI, H.R. Constituents of *Solidago chilensis* (Compositae). *Anales de la Asociacion Química Argentina*, v.69, n.1, p.27-31, 1981.

HATFIELD, R.D.; MARITA, J.M.; FROST, K.; GRABBER, J.; RALPH, J.; LU, F.; KIM H. Grass lignin acylation: p-coumaroyl transferase activity and cell wall characteristics of C3 and C4 grasses. *Planta*, v. 229, n. 6, p. 1253 – 1267, 2009.

JUSTINO, G. C.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; OLIVEIRA, J. A. Absorção e redução de nitrato em duas cultivares de arroz na presença de alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 8, p. 1285-1290, 2006.

LING-SHANG, W.U.; JIN-PING, S.I.; XIAO-QING, Y.U.A.N.; XUE-RONG, S.H.I. Quantitative variation of flavonoids in *Houttuynia cordata* from different geographic origins in China. *Chinese Journal of Natural Medicines*, v. 7, n. 1, p. 40-46, 2009.

LIRA JÚNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; CORREIA, L.C.S.A.; MACIEL, M.I.S. Compostos antioxidantes em frutos de acessos de caramboleira em diferentes ambientes de Pernambuco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 4, p. 813-819, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.* 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MARZOCCA, A. *Manual de malezas.* 4. ed. Buenos Aires : Hemisferio Sur, 1992. 684 p.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 2, 2009.

NENADIS, N.; LLORENS, L.; KOUFOGIANNI, A.; DÍAZ, L.; FONT, J.; GONZALEZ,

J.A.; VERDAGUER D. Interactive effects of UV radiation and reduced precipitation on the seasonal leaf phenolic content/composition and the antioxidant activity of naturally growing *Arbutus unedo* plants. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 153, n.1, p.435–444, 2015.

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. A. labdan diterpene from *Solidago chilensis* roots. *Planta Medica*, v.54, n.2, p.179-80, 1987

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; JORDAN, M.; GERTH, A.; WILKEN, D. Secondary metabolite content in rhizomes, callus cultures and in vitro regenerated plantlets of *Solidago chilensis*. *Zeitschrift für Naturforschung*. v. 60, n. 1-2, p. 5-10, 2005.

SILVA, A.G.; DE-SOUSA, C.P.G.; KOEHLER, J.; FONTANA, J.; CHRISTO, A.G.; GUEDES-BRUNI, R.R. Evaluation of an extract of Brazilian arnica (*Solidago chilensis* Meyen, Asteraceae) in treating lumbago. *Phytotherapy Research*, v.24, n.2, p. 283–287, 2010.

SMOLAREK, F. S. F. *Contribuição ao Estudo Fitoquímico, Toxicológico e das Atividades Biológicas da Espécie Vegetal Solidago microglossa DC (Compositae).* 2011. 135f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Área de Insumos, Medicamentos e Correlatos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

TAMURA, E.K.; JIMENEZ, R.S.; WAISMAM, K.; GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P.; MALPEZZI-MARINHO, E.A.; MARINHO, E.A.; FARSKY, S.H. Inhibitory effects of *Solidago chilensis* Meyen hydroalcoholic extract on acute inflammation. *Journal of Ethnopharmacology*, v.122, n.3, p.478-85, 2009.

TORRES, L.M.B.; AKISUE, M.K.; ROQUE, N.F. Quercetrina em *Solidago microglossa* DC, a arnica do Brasil. *Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo*, v. 23, p. 33-40, 1987.

WANG, T.; ZHU, Z. B.; GUO, Q. S.; MAO, P. F. Variation in major flavonoids glycosides and caffeoylquinic acids during florescence of three *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. ‘Hangju’ genotypes. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 47, n.1 , p.74–79 2013.

WEBER, E.; JAKOBS, G. Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 200, n. 2, p. 109-118, 2005.