

Resposta de *Solidago chilensis* Meyen (arnica brasileira) a vários regimes hídricos: aspectos produtivos e fitoquímicos

Response of *Solidago chilensis* Meyen (Brazilian arnica) to various water regimes: productive and phytochemical aspects

<https://doi.org/10.32712/2446-4775.2026.1894>

Borella, Júlio César^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-3782-9851>

Rodrigues, Vinícius Mishima¹

 <https://orcid.org/0009-0002-2990-8664>

Bonavina, Raíssa¹

 <https://orcid.org/0009-0006-1242-7353>

¹Centro Universitário Barão de Mauá. Curso de Farmácia. Rua Ramos de Azevedo, 423, Jardim Paulista, CEP 14090-180, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

*Correspondência: julio.borella@baraodemaua.br.

Resumo

O regime hídrico é um fator crucial no cultivo de plantas medicinais, podendo influenciar produtividade, síntese de compostos bioativos e ação farmacológica. *Solidago chilensis* Meyen (arnica brasileira) foi submetida a um experimento agrônomico para avaliar a produtividade (massa fresca e seca), teor de flavonoides e índice de espuma (concentração de saponinas) sob diferentes regimes hídricos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos incluíram diferentes frequências e volumes de irrigação, combinando 12%, 6% e 3% da capacidade de retenção de umidade do solo, aplicados diariamente, a cada 3,5 dias e a cada 7 dias. Não foram observadas variações qualitativas na composição química das plantas; no entanto, a disponibilidade hídrica foi determinante para a produtividade e a concentração de saponinas e flavonoides. O maior acúmulo de flavonoides ocorreu com irrigação mais frequente, enquanto o índice de espuma foi mais elevado com menor frequência de irrigação, sugerindo que o estresse hídrico favorece o acúmulo de saponinas. De modo geral, o volume de irrigação teve efeito menos expressivo sobre os parâmetros avaliados, sendo a frequência das regas o principal fator modulador. Concluiu-se que regas frequentes favorecem o acúmulo de biomassa e flavonoides, enquanto frequências menores estimulam a produção de saponinas.

Palavras-chave: *Solidago chilensis*; cultivo; flavonoides; saponinas.

Abstract

Water availability is a key environmental factor influencing the cultivation of medicinal plants, as it affects both biomass yield and the biosynthesis of bioactive compounds, thereby modulating their pharmacological properties. *Solidago chilensis* Meyen (Brazilian arnica) was subjected to an agronomic trial aimed at assessing fresh and dry biomass production, flavonoid content, and foam index (as an indirect measure of saponin concentration) under distinct irrigation regimes. The experiment followed a completely randomized design (CRD), with treatments combining irrigation frequencies (daily, every 3.5 days, and every 7 days) and volumes (12%, 6%, and 3% of the soil's water retention capacity). While no qualitative changes in phytochemical composition were observed, water availability significantly influenced productivity and secondary metabolite accumulation. Flavonoid levels were highest under frequent irrigation, whereas the foam index increased under less frequent watering, suggesting that water stress may enhance saponin biosynthesis. Overall, irrigation volume had a comparatively minor effect on the parameters assessed, with irrigation frequency being the primary driver of biomass production and phytochemical modulation. These findings indicate that frequent irrigation promotes biomass accumulation and flavonoid synthesis, whereas reduced irrigation frequency may trigger adaptive responses leading to increased saponin content in *S. chilensis*.

Keywords: *Solidago chilensis*; cultivation; flavonoids; saponins.

Introdução

No setor farmacêutico, as espécies medicinais constituem os principais insumos para a produção de fitoterápicos. Atualmente, a legislação vigente exige que esses medicamentos apresentem eficácia e segurança comprovadas, bem como constância na qualidade dos insumos utilizados^[1]. Para atender a essas exigências, espera-se que os lotes de matéria-prima vegetal apresentem características padronizadas, especialmente em relação à composição química, tanto qualitativa quanto quantitativa.

Por outro lado, a própria natureza favorece a variabilidade entre indivíduos de uma mesma espécie, inclusive no perfil químico, como estratégia de adaptação ao ambiente^[2]. Esse antagonismo entre a necessidade de padronização industrial e a variabilidade natural impõe a necessidade de compreender como fatores ambientais influenciam a composição química de plantas medicinais — um aspecto essencial para garantir a eficácia e a segurança de uso terapêutico.

Entretanto, as plantas não devem ser consideradas meros “laboratórios” naturais de produção de substâncias de interesse. Por serem organismos vivos, estão sujeitos a influências genéticas e ambientais ao longo de seu desenvolvimento. Em geral, fatores genéticos (como híbridos, variedades ou quimiotipos) tendem a causar variações qualitativas, enquanto fatores ambientais (como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica) afetam principalmente os aspectos quantitativos da composição química^[3].

Entre esses fatores, a disponibilidade hídrica exerce forte influência sobre o metabolismo vegetal, uma vez que a água participa diretamente de processos fisiológicos como fotossíntese, trocas gasosas e transporte de nutrientes. O déficit hídrico, portanto, pode comprometer o desenvolvimento das plantas^[4]. No entanto, em algumas espécies medicinais, o estresse hídrico pode modificar o metabolismo secundário, levando a aumentos ou reduções na produção de compostos bioativos^[5]. Assim, estudos agrônômicos que avaliem

simultaneamente a produtividade e o perfil químico das espécies são fundamentais para esclarecer os efeitos desse estressor ambiental.

No Brasil, diversas plantas são conhecidas popularmente como “arnica”, uma referência à *Arnica montana* L., originária da Europa, cuja aplicação terapêutica é bem estabelecida^[6]. Entre elas está *Solidago chilensis* Meyen (às vezes confundida com *Solidago microglossa* DC), da família Asteraceae. Essa espécie apresenta ação anti-inflamatória e é empregada topicamente para o alívio de dores musculares, entre outras aplicações^[7,8]. Por ser incluída na RENISUS (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS), *S. chilensis* é objeto de pesquisas que visam ampliar o conhecimento sobre seus aspectos botânicos, agrônômicos, químicos, farmacológicos, toxicológicos e tecnológicos^[9].

A espécie apresenta diversas classes de metabólitos, com destaque para flavonoides e saponinas, que possivelmente explicam suas principais atividades farmacológicas^[10,11]. As análises qualitativas e quantitativas desses compostos são essenciais para a avaliação da eficácia e segurança do uso da planta. O perfil cromatográfico obtido por cromatografia em camada delgada (CCD) fornece uma visão geral da composição química, enquanto métodos específicos, como espectrofotometria para flavonoides e o índice de espuma para saponinas, são viáveis para quantificação^[12-14].

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da disponibilidade hídrica sobre a produtividade e o acúmulo de compostos bioativos em *S. chilensis*, por meio da análise da biomassa (peso fresco e seco), do perfil cromatográfico (CCD) e da concentração de flavonoides e saponinas nas drogas vegetais obtidas.

Metodologia

Ensaio de cultivo foi desenvolvido e teve como finalidade a obtenção das drogas vegetais que foram posteriormente avaliadas qualitativamente, por cromatografia em camada delgada (perfil cromatográfico) e quantitativamente pelo índice de espuma (IE), para saponinas e por espectrofotometria (UV), para flavonoides.

Ensaio de cultivo

O cultivo foi realizado em campo experimental, em ambiente aberto, ao abrigo da chuva, localizado em latitude 21°01'05"S e longitude 47°38'44"O, numa altitude de 830 metros e o clima nesta região é caracterizado por uma estação quente (de outubro a março) e fria (de abril a setembro). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, apresentando duas estações bem definidas^[15]. O solo utilizado na composição dos substratos do experimento foi extraído desta região, o qual se caracteriza por serem férteis (latossolos vermelhos amarelos)^[16]. Amostras do solo foram coletadas e submetidas à análise, que evidenciou macronutrientes: P = 45 mg dm⁻³; Ca = 21 mmolc dm⁻³; Mg = 6 mmolc dm⁻³; K = 1,4 mmolc dm⁻³; Al = 0 mmolc dm⁻³; H + Al = 52 mmolc dm⁻³; matéria orgânica = 32 g dm⁻³; V = 35%; micronutrientes: B = 0,23 mg dm⁻³; Cu = 4,2 mg dm⁻³; Fe = 29 mg dm⁻³; Mn = 6,1 mg dm⁻³; Zn = 1,5 mg dm⁻³; pH = 4,9; granulometria: areia total = 217 g kg⁻¹; areia grossa = 140 g kg⁻¹; areia fina = 77 g kg⁻¹; silte = 600g kg⁻¹; argila = 184g kg⁻¹.

Para a produção de mudas (em setembro 2022) de *S. chilensis* foi utilizado o método de estaquia^[17], no qual segmentos caulinares não apicais, de 10 cm de comprimento, de matrizes da espécie foram cortados

e plantados em sacos plásticos com capacidade para 0,5 litro, contendo como substrato uma mistura de terra e esterco bovino curtido, na proporção de 1:1. Nesta fase houve regas manuais uma vez ao dia. As matrizes foram obtidas a partir de exemplares colhidos no Horto Municipal de Ribeirão Preto. Exsicata do material foi produzida a partir do material colhido e depositado no herbário do Laboratório de Botânica do Centro Universitário Barão de Mauá, com número 02.22.

Após alcançarem 20 cm de comprimento, as mudas com brotos mais vigorosos foram usadas para instalação do experimento (em dezembro 2022). Elas foram transplantadas para vasos sem furos de drenagem, com capacidade para 3 litros, contendo como substrato uma parte de terra e uma parte de esterco bovino curtido. A capacidade de campo, neste caso denominada capacidade de vaso (CV), foi calculada com base na densidade do solo e foi estimada conforme descrito por Casaroli e Jong van Lier^[18], obtendo-se valor de 70,65% (v/v).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), no esquema 3 x 3 (níveis de irrigação x frequência de irrigação). Cada unidade experimental foi constituída de uma planta, sendo que, para cada tratamento, foram realizadas três repetições. A partir deste momento, variações na disponibilidade hídrica foram realizadas do seguinte modo:

Tratamento 1. Irrigação com 12% da CV (250mL) diariamente.

Tratamento 2. Irrigação com 12% da CV (250mL) a cada 3,5 dias.

Tratamento 3. Irrigação com 12% da CV (250mL) a cada 7 dias.

Tratamento 4. Irrigação com 6% da CV (125mL) diariamente.

Tratamento 5. Irrigação com 6% da CV (125mL) a cada 3,5 dias.

Tratamento 6. Irrigação com 6% da CV (125mL) a cada 7 dias.

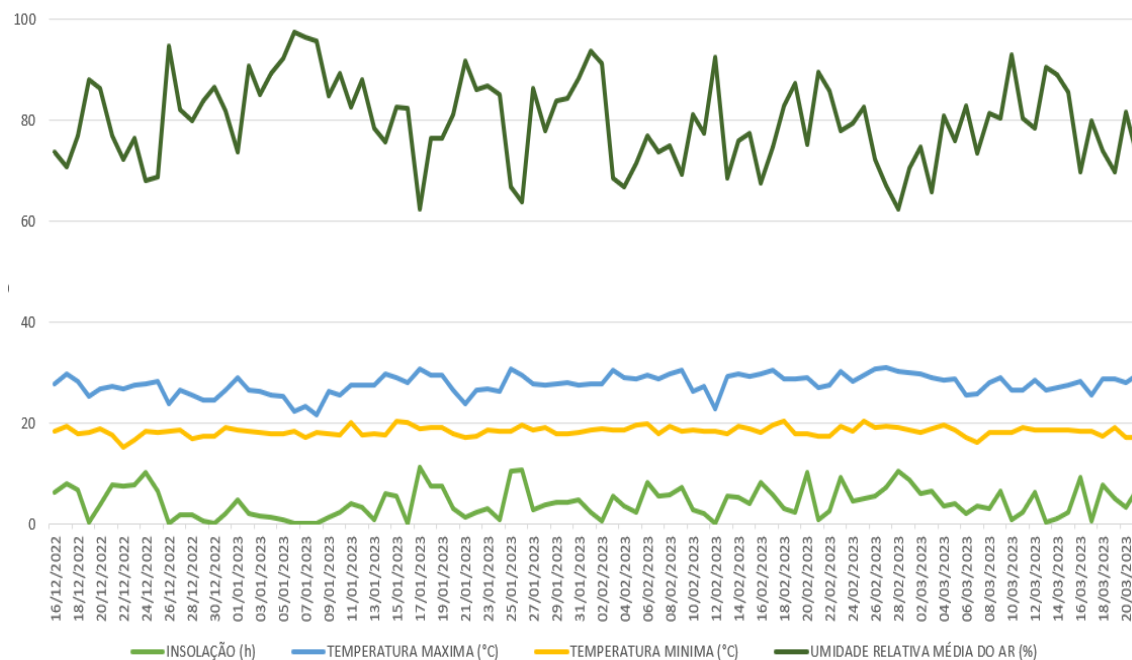
Tratamento 7. Irrigação com 3% da CV (63mL) diariamente.

Tratamento 8. Irrigação com 3% da CV (63mL) a cada 3,5 dias.

Tratamento 9. Irrigação com 3% da CV (63mL) a cada 7 dias

Dados climáticos que abrangem temperaturas máximas e mínimas, insolação total e umidade relativa, durante os dias no período de cultivo, são apresentados na **FIGURA 1**. Neste caso, os valores para os fatores climáticos observados foram típicos de verão na região sudeste do Brasil, com ocorrência de clima quente, úmido e com razoável período de incidência de luz ao dia.

FIGURA 1: Dados climatológicos (temperatura mínima e máxima, insolação e umidade relativa média) mensurados no período de cultivo de *S. chilensis* – dezembro 2022/março 2023.



Fonte: Dados da Rede do INMET.

A manutenção desses tratamentos se manteve até o período reprodutivo, quando a maioria das plantas se apresentava com as inflorescências totalmente abertas, o que ocorreu após 90 dias a partir do transplante – em março 2023. A partir daí se procedeu a colheita das plantas.

Avaliação da produtividade

A colheita foi realizada obtendo-se o material vegetal constituído das partes aéreas e raízes. Em sequência, as partes colhidas das plantas foram higienizadas e pesadas (peso fresco). Posteriormente foram submetidas à secagem ao ar aquecido, em estufa, com temperatura entre 27°C a 35°C, até o momento em que o teor de umidade ficasse abaixo de 15% p/p. O material seco foi novamente pesado, depois de sofrer cominuição em moinho de facas, obtendo-se o material pulverizado com granulometria menor ou igual a 0,8 mm (peso seco).

Avaliação do perfil cromatográfico das drogas vegetais

Cabe ressaltar que a proposta para marcador químico de *S. chilensis* foi a quercetina, como sendo um dos flavonoides presentes na composição desta espécie. Ácido clorogênico, quercitrina e ácido rosmarínico, também foram avaliados nessas análises, empregando-se a cromatografia em camada delgada, a partir de seus R_fs, conforme descrição da literatura, nas condições de análise. Esses compostos são sugeridos para serem utilizados como marcadores químicos dessa espécie, além de, possivelmente, serem responsáveis, ou parcialmente responsáveis, pelos efeitos terapêuticos da planta^[19].

As drogas vegetais foram inicialmente submetidas à extração com solução hidroetanólica a 70% (v/v), na proporção de 1:5 (m/v). O processo extrativo foi conduzido por sete dias e, em seguida, o material foi filtrado para aplicação nas placas cromatográficas. França^[19] descreveu metodologia para análise do perfil

cromatográfico em extratos aquosos de *S. chilensis*, na qual se utiliza cromatoplaça de gel de sílica GF₂₅₄ com um sistema eluente constituído de acetato de etila, ácido fórmico, ácido acético e água (100:11:11:26). A revelação foi realizada sob luz ultravioleta, nos comprimentos de onda de 254 nm e 365 nm.

Avaliação da concentração de saponinas

A técnica utilizada foi a descrita pela Farmacopeia Brasileira, 7ª. edição^[20], onde se obteve 100 mL de extrato aquoso, obtido por meio de decocção, a partir de 1g de amostra. O decoto resultante sofreu uma série de diluições, produzindo soluções de concentrações que variaram de 10% (v/v) até 90% (v/v). Todas as diluições e o decoto original foram energicamente agitados por 15 segundos e deixados em repouso por 15 minutos. No final desse tempo se pesquisou na série, qual das soluções foi a mais diluída e que apresentou anel de espuma com 1 cm de espessura. Para obtenção do índice de espuma da droga foi calculado:

$$IE = \text{volume de extrato (decoto) utilizado no tubo escolhido} \times 1000^{-1}$$

As análises foram realizadas em triplicada para cada uma das amostras.

Avaliação da concentração de flavonoides

A análise quantitativa espectrofotométrica para flavonoides nos extratos das drogas vegetais foi realizada tendo como base o método que se fundamenta numa reação cromática dos compostos flavonoides em geral. Sendo assim, há o doseamento dos constituintes totais, que possuem a mesma propriedade química, embora se expressem os resultados num deles, o qual foi utilizado para produção das soluções padrão (quercetina). Nessas dosagens foi empregada a reação com cloreto de alumínio e avaliado no comprimento de onda de 420 nm, estabelecendo-se as circunstâncias experimentais apropriadas, em particular quanto à concentração do reagente e o valor do pH do meio. Pré-purificação dos extratos foi realizada com tetracloreto de carbono, para eliminação das substâncias interferentes na reação, em particular a clorofila^[14]. As análises foram realizadas em triplicata para cada uma das amostras.

Análises estatísticas

Análises estatísticas sobre os dados coletados foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA) e posterior teste de comparação múltipla de Tukey-Kramer, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados

Após desenvolvimento das técnicas descritas para o cultivo e análise de *S. chilensis* foram obtidos os resultados apresentados abaixo.

Produtividade

No ensaio de cultivo foram avaliados diferentes regimes hídricos, variando tanto a frequência de irrigação (diária, a cada 3,5 dias e a cada 7 dias), quanto o volume de água aplicado, com base na capacidade de retenção de umidade do solo nos vasos (capacidade de vaso - CV). Os volumes utilizados foram de 250 mL (12% CV), 125 mL (6% CV) e 63 mL (3% CV), em vasos com capacidade para 3 litros de substrato.

Os maiores rendimentos de massa fresca e seca foram obtidos nos tratamentos com irrigação diária. À medida que a frequência de irrigação foi reduzida para 3,5 e, posteriormente, para 7 dias, observou-se uma queda expressiva na produtividade, sendo os menores valores registrados nos tratamentos com menor frequência de irrigação (**TABELA 1**).

TABELA 1: Médias dos pesos frescos e secos de *S. chilensis* (n=3) no ensaio de cultivo (12/2022 – 03/2023).

Tratamentos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
12% CV/24h	30,44a	9,11a
6% CV/24h	28,45ab	7,81ab
3% CV/24h	24,55abc	6,14bc
12% CV/3,5d	16,11abcd	4,13cd
6% CV/3,5d	12,80cd	3,57cd
3% CV/3,5d	14,19bcd	4,27cd
12% CV/7d	5,48d	1,86d
6% CV/7d	5,21d	2,07d
3% CV/7d	5,77d	2,05d
CV (%)	33,91	22,40

p<0,05 - ANOVA seguido pelo teste de comparações múltiplas de Tukey-Kramer. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, na segunda e terceira coluna, não diferem estatisticamente entre si. Na primeira coluna: CV = capacidade de vaso; h = horas. d = dias. Na última linha: CV = coeficiente de variação.

A análise dos dados (**TABELA 1**) revela que a redução do volume de irrigação resultou em uma queda proporcional na produtividade, especialmente nos grupos irrigados diariamente ou a cada 3,5 dias. No caso da irrigação diária, observa-se que os tratamentos com 6% e 3% da capacidade do vaso (CV) apresentaram rendimentos significativamente menores do que o tratamento com 12% CV, aproximando-se dos valores obtidos nos tratamentos com irrigação a cada 3,5 dias. De maneira semelhante, dentro do grupo irrigado a cada 3,5 dias, a redução do volume — com exceção do tratamento com 6% CV — levou a médias de produtividade próximas às registradas nos tratamentos com irrigação semanal.

Entre os tratamentos com irrigação a cada 7 dias, não houve diferenças estatísticas significativas entre os volumes aplicados, indicando que a baixa frequência de irrigação foi o principal fator limitante ao desenvolvimento das plantas, independentemente do volume de água utilizado. Esse comportamento pode estar associado à manutenção prolongada de baixos níveis de umidade no solo, decorrente da evaporação e do longo intervalo entre irrigações, o que comprometeu o crescimento das plantas.

Ao comparar os tratamentos com irrigação semanal com os demais, observa-se que a irrigação a cada 3,5 dias resultou em um aumento médio de produtividade de aproximadamente 100,5%, enquanto a irrigação diária promoveu um incremento de cerca de 286,4%, evidenciando a importância da frequência de irrigação para o desempenho de *S. chilensis*.

Quando comparados com os resultados obtidos por Barrientos^[21], na Argentina (latitude 34°35'S; longitude 59°04'O), os valores obtidos no presente estudo foram inferiores. No cultivo de campo conduzido pelo autor, a produção de partes aéreas (peso fresco) chegou a 54,9 g por planta, enquanto plantas silvestres da mesma região apresentaram variações de 9,1 g a 28,8 g por planta.

Esses dados reforçam a hipótese de que a produtividade de *S. chilensis* pode ser influenciada por diversos fatores genéticos e ambientais. Além disso, os resultados estão de acordo com observações feitas por Campos, Santos e Nacarath^[4], que destacam a constância da disponibilidade hídrica como fator determinante para o bom desenvolvimento da maioria das espécies vegetais.

Perfil Cromatográfico

As análises realizadas com os extratos metanólicos produzidos com as amostras resultantes do cultivo de *S. chilensis* apresentaram perfis cromatográficos (por CCD) bem semelhantes, mostrando que não há grandes alterações qualitativas nos componentes desses extratos, mesmo variando os regimes hídricos durante o cultivo. Foi identificado em todas as amostras os flavonoides quercetina (Rf=0,85 – mancha escura), quercitrina (Rf=0,65 – mancha escura) e o ácido clorogênico (Rf=0,70 – mancha azulada). Mancha azulada referente ao ácido rosmarínico (Rf=0,95) não foi encontrada na composição desses extratos, embora se verifique na literatura que essa substância possa estar presente na planta^[9].

Concentração de Flavonoides e Saponinas

Após doseamento dos flavonoides, por espectrofotometria, utilizando a quercetina como marcador químico, e obtenção dos índices de espuma das drogas vegetais obtidas do cultivo de *S. chilensis*, os resultados foram sumarizados na **TABELA 2**.

TABELA 2: Médias das concentrações de flavonoides (estimados em quercetina) e do índice de espuma de *S. chilensis* (n=3) no ensaio de cultivo (12/2022 – 03/2023).

Tratamentos	% flavonoides (m/m)	Índice de espuma
12% CV/24h	0,36a	361,1ab
6% CV/24h	0,32ab	388,9ab
3% CV/24h	0,35ab	244,4b
12% CV/3,5d	0,28abc	305,6ab
6% CV/3,5d	0,36a	388,9ab
3% CV/3,5d	0,30abc	444,4ab
12% CV/7d	0,11c	500,0a
6% CV/7d	0,22abc	444,4ab
3% CV/7d	0,15bc	444,4ab
CV (%)	26,25	22,69

p<0,05 - ANOVA seguido pelo teste de comparações múltiplas de Tukey-Kramer. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, na segunda e terceira coluna, não diferem estatisticamente entre si. Na primeira coluna: CV = capacidade de vaso; h = horas. d = dias. Na última linha: CV = coeficiente de variação.

Com relação ao teor de flavonoides, observou-se que as maiores concentrações foram obtidas nos tratamentos com irrigação diária, enquanto os menores valores foram registrados nas amostras irrigadas a cada 7 dias. Os tratamentos com irrigação a cada 3,5 dias mostraram comportamento intermediário, embora uma das amostras (6% CV/3,5d) tenha apresentado média estatisticamente igual à do grupo com maior resultado (12% CV/24h). A análise dos dados mostra que o aumento do volume de irrigação não resultou em um aumento proporcional nos teores de flavonoides.

Não é comum encontrar na literatura a informação do teor de flavonoides totais de *S. chilensis*, calculados com base no peso seco da planta. No entanto, Gastaldi *et al.* ^[10,22,23] relataram valor de 69 mg de flavonoides (expressos em quercetina) em 250 mL de uma infusão preparada conforme Farmacopeia Argentina, utilizando partes aéreas secas da planta. Com base nessas informações, estima-se que o teor de flavonoides correspondente seria de aproximadamente 0,55% (m/m), valor superior ao observado no presente trabalho.

Albergaria *et al.* ^[5] afirmaram que o estresse hídrico não aumenta a produção de compostos fenólicos, como os flavonoides, por indução das vias do chiquimato e do acetato. Essa observação está de acordo com os resultados obtidos neste estudo.

Em relação aos índices de espuma, a análise estatística (teste de Tukey-Kramer, $p < 0,05$) identificou apenas uma diferença significativa: o tratamento 12% CV/7d apresentou valor significativamente superior ao observado no tratamento 3% CV/24h. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, embora haja tendência de aumento no índice de espuma com a redução da frequência de irrigação. Aparentemente, a irrigação menos frequente, ao induzir maior estresse hídrico, favorece o acúmulo de saponinas nas plantas.

A variação nas concentrações de saponinas em vegetais é amplamente relatada ^[3]. Por outro lado, a maior produção de compostos terpenicos, sintetizados pela via do mevalonato, como as saponinas, parece estar relacionada à menor disponibilidade hídrica, conforme descrito por Allambari e Hernández ^[11]. Outros resultados obtidos no presente estudo são coerentes com os achados desses autores, que observaram forte presença de saponinas nas folhas de *S. chilensis* no final do verão e início do outono. Além disso, a tendência de aumento no índice de espuma com a redução da frequência de irrigação reforça a hipótese de que o estresse hídrico pode induzir a produção de saponinas, conforme proposto por esses autores. Esses dados indicam que, além do período do ano, o regime hídrico é um fator decisivo na modulação do conteúdo de saponinas na planta, e deve ser considerado na definição de protocolos agrônomicos voltados à produção de drogas vegetais padronizadas.

Conclusão

O presente estudo trás evidências de que o regime hídrico exerce influência significativa sobre o crescimento e o acúmulo de metabólitos secundários em *S. chilensis* (arnica brasileira), embora não exerça papel relevante nas variações qualitativas da composição química das amostras analisadas. Em termos de produtividade, os maiores rendimentos em biomassa foram obtidos com irrigação diária, especialmente no tratamento com 12% da capacidade de vaso (CV), destacando-se como o mais eficiente nesse aspecto. A redução da frequência de irrigação resultou em decréscimo expressivo de massa fresca e seca, evidenciando o impacto do estresse hídrico sobre o desenvolvimento vegetal.

Quanto aos compostos bioativos, observou-se que os maiores teores de flavonoides foram associados aos tratamentos com maior disponibilidade hídrica, enquanto os índices de espuma, indicativos de saponinas, apresentaram tendência de elevação nos tratamentos com menor frequência de irrigação. Esses dados sugerem que o estresse hídrico pode atuar como fator indutor da produção de saponinas, ao passo que a maior disponibilidade de água favorece a síntese de flavonoides. Assim, o manejo hídrico pode ser ajustado

conforme o perfil fitoquímico desejado, contribuindo para a padronização e eficiência do cultivo, visando otimizar a produção de drogas vegetais com características específicas.

Fonte de Financiamento

Financiamento próprio.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Colaboradores

Concepção do estudo: JCB

Curadoria dos dados: JCB

Coleta de dados: VMR; RB

Análise dos dados: JCB; VMR; RB

Redação do manuscrito original: JCB

Redação da revisão e edição: JCB.

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC 26, de 13 maio de 2014. Diário Oficial da União. 14 Mai 2014. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf].
2. Gottlieb OR, Borin MRMB. Químico-biologia quantitativa: um novo paradigma? **Quim Nova**. 2012; 35: 2105-2114. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.1590/S0100-40422012001100002>].
3. Gobbo-Neto L, Lopes NP. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim Nova**. 2007; 30: 374-381. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>].
4. Campos AJM, Santos SM, Nacarath IRFF. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Res Soc Dev**. 2021; 10: 15. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23155/20047>].
5. Albergaria ET, Oliveira AFM, Albuquerque UP. The effect of water deficit stress on the composition of phenolic compounds in medicinal plants. **S Afr J Bot**. 2020; 131: 12-17. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.002>].
6. Mercandeli AA, Bessa GP, Ronchi SN, Segato TPS, Silva AG. Evidence for the safe use of the extract from the Brazilian arnica, *Solidago chilensis* Meyen, in primary health care. **Chin Med**. 2012; 3: 4-8. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://www.scirp.org/journal/PaperInformation?PaperID=18048>].
7. Souza DMF, Sá RD, Araújo EL, Randau KP. Anatomical, phytochemical and histochemical study of *Solidago chilensis* Meyen. **An Acad Bras Cienc**. 2017; 90: 2107-2120. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160280>].

8. Marinho BM, Lescano CH, Santos SHS. Brazilian arnicas: bioactive compounds, pharmacological properties, potential use and clinical applications. **Phytochem Rev.** 2023; 1-36. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.1007/s11101-023-09884-x>].
9. Ferreira EE, Carvalho ES, Sant'anna CC. A importância do uso de fitoterápicos como prática alternativa ou complementar na atenção básica: revisão da literatura. **Res Soc Dev.** 2022; 11(1). [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24643>].
10. Gastaldi B, Catalão CAN, Sofrás FS, González SB. *Solidago chilensis* Meyen (Asteraceae), a medicinal plant from South America. A comprehensive review: ethnomedicinal uses, phytochemistry and bioactivity. **Bol Latinoam Caribe Plantas Med Aromat.** 2018; 17(1): 17-29. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/119950>].
11. Arambarri AM, Hernández MP. Variación estacional de saponinas en *Solidago chilensis* var. *chilensis* (Asteraceae). **Bol Soc Argent Bot.** 2014; 49(4): 483-489. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v49.n4.9882>].
12. Borella JC, Batista RE, Salvador Alves J, Maruno M. Avaliação comparativa das propriedades físico-químicas de extratos de *Solidago chilensis* Meyen (arnica brasileira) e *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim). **Visão Acad.** 2026; 27(1): 4-15. [citado em: 12 mar 2026]. Disponível em: [<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/102142>].
13. Borella JC, Borella PH, Gastaldi MD, Miranda CES. *Bidens pilosa* - picão preto: influência da adubação orgânica e da luminosidade na produtividade e no teor de flavonoides. **Rev Fitos.** 2019; 13(4): 261-269. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/39989>].
14. Borella JC, Oliveira BDFB. Variação das propriedades físico-químicas de extratos de *Bidens pilosa* L. Asteraceae (picão preto) influenciada pelo processo extrativo. **Rev Fitos.** 2023; 17(1): 103-111. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/62442>].
15. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Moraes G, Leonardo J, Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Zeitschrift.** 2013; 22(6): 711-728. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078>].
16. Invernizzi AL. **Caracterização hidrogeoquímica do aquífero Botucatu, no setor médio da bacia hidrográfica Mogi-Pardo.** [dissertação]. São Paulo: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo; 2001. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.11606/D.44.2001.tde-07082015-101218>].
17. Correia E, Câmara FLA, Ming LC. Propagação vegetativa de arnica brasileira (*Solidago chilensis*) por estacas de rizomas. **Rev Bras Plantas Med.** 1998; 1(1): 23-27. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [https://www.sbpmed.org.br/admin/files/papers/file_O7tFoYA0TWAF.pdf].
18. Casaroli D, Jong van Lier QD. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Rev Bras Cienc Solo.** 2008; 32: 59-66. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100007>].
19. França CF. **Perfil cromatográfico qualitativo de plantas da RENISUS.** [trabalho de conclusão de curso]. Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília; 2018. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UNB-2_3cfffac0df6dd376487e9e36980febb63].
20. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Farmacopeia Brasileira.** 7ª. ed. volume I. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2024. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://bibliotecadigital.anvisa.gov.br/jspui/handle/anvisa/11937>].

21. Barrientos GN. **Estudios agronómicos para la domesticación de *Solidago chilensis* var. *chilensis* (Asteraceae), especie nativa de interés medicinal.** [Tese]. Buenos Aires: Universidad Nacional de Lújan; 2017. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em: [<https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/504>].

22. Gastaldi B, Marino G, Assef Y, Catalán CAN, González SB. Infusión de *Solidago chilensis* Meyen: actividad antioxidante y efecto antiproliferativo en células derivadas de cáncer de colon (T84). **Dominguezia.** 2016; 32: 38-39. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/157878/CONICET_Digital_Nro.cf8818b3-f26a-46b6-95c3-f50ae7a11805_V.pdf?sequence=14&isAllowed=y].

23. Gastaldi B, Assef Y, Van Baren C, Di Leo Lira P, Retta D, Bandoni AL, *et al.* Actividad antioxidante en infusiones, tinturas y aceites esenciales de especies nativas de la Patagonia Argentina. **Rev Cub Plantas Med.** 2016; 21(1): 51-62. [citado em: 15 jul 2025]. Disponível em [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962016000100006&script=sci_arttext&lng=en].

Histórico do artigo | Submissão: 17/07/2025 | **Aceite:** 04/03/2026

Como citar este artigo: Borella JC, Rodrigues VM, Bonavina R. Resposta de *Solidago chilensis* Meyen (arnica brasileira) a vários regimes hídricos: aspectos produtivos e fitoquímicos. **Rev Fitos.** Rio de Janeiro. 2026; 20(1): e1888. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<https://doi.org/10.32712/2446-4775.2026.1894>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

Licença CC BY 4.0: Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.

