

CRESCIMENTO E FITOQUÍMICA DAS FOLHAS DE BASELLA ALBA L., UMA OLERÍCOLA NÃO CONVENCIONAL, EM DIFERENTES SUBSTRATOS

GROWTH AND PHYTOCHEMISTRY OF THE LEAVES OF BASELLA ALBA L., AN UNCONVENTIONAL VEGETABLE CROP, ON DIFFERENT SUBSTRATES

Ademir Kleber Morbeck de Oliveira^I 

José Carlos Pina^{II} 

Rosemary Matias^{III} 

^I Universidade Anhanguera
Uniderp, Campo Grande, MS,
Brasil. Docente do PPG em Meio
Ambiente e Desenvolvimento
Regional. E-mail:
akmorbeckoliveira@gmail.com

^{II} Universidade Anhanguera
Uniderp, Campo Grande,
MS, Brasil. Discente do
PPG em Meio Ambiente e
Desenvolvimento Regional.
E-mail: josecarlospina@gmail.
com

^{III} Universidade Anhanguera
Uniderp, Campo Grande,
MS, Brasil. Docente do
PPG em Meio Ambiente e
Desenvolvimento Regional. E-
mail: rosematias@yahoo.com.br

Resumo: A espécie *Basella alba* L., conhecida popularmente como bortalha ou espinafre indiano, é considerada uma hortaliça não convencional, possuindo diversos modos de utilização. Levando-se em consideração seu potencial de uso, objetivou-se avaliar a produção de massa verde e metabólitos secundários em plantas cultivadas em diferentes substratos. Foram utilizadas hastes herbáceas de 15 cm de comprimento, cultivadas em substratos formados por uma mistura de Latossolo, Vermicomposto e Substrato Comercial. Após 90 dias de cultivo a pleno sol, foram avaliadas as raízes, parte aérea e a presença de metabólitos secundários nas folhas. Os resultados indicaram que o tratamento T2, com adição de 30% de Vermicomposto, apresentou o melhor crescimento e maior produção de compostos fenólicos e flavonoides. Entretanto, neste tratamento ocorreu uma alta intensidade de heterosídeos cardiotônicos, um metabólito que pode causar problemas de saúde. Desta maneira, o segundo melhor tratamento, em termos de produção de biomassa e polifenóis, T3 (70% Substrato Comercial) seria o mais indicado para consumo *in natura* das folhas, com intensidade positiva parcial de heterosídeos.

Palavras-chave: Vegetais não convencionais. Basellaceae. Bortalha. Metabólitos secundários. Polifenóis.

Abstract: The species *Basella alba* L., popularly known as bortalha or Indian spinach, is considered an unconventional vegetable, having several ways of use. Taking into account its potential use, the objective was to evaluate the production of green mass and secondary metabolites in plants grown

DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v18i37>.

Submissão: 28-07-2021

Aceite: 14-02-2022



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

on different substrates. Herbaceous stems measuring 15 cm were used, cultivated in substrates formed by a mixture of Oxisol, Vermicompost and Commercial Substrate. After 90 days of cultivation in full sun, roots, shoots and the presence of secondary metabolites in leaves were evaluated. The results indicated that the T2 treatment, with the addition of 30% of Vermicompost, showed the best growth and the highest production of phenolic compounds and flavonoids. However, in this treatment there was a high intensity of cardiotoxic heterosides, a metabolite that can cause health problems. Thus, the second best treatment, in terms of biomass and polyphenol production, T3 (70% Commercial Substrate) would be the most suitable for fresh consumption of the leaves, with partial positive intensity of heterosides.

Keywords: Unconventional vegetables. Basellaceae. Bertalha. Secondary metabolites. Polyphenols.

Introdução

A espécie *Basella alba* L. (Basellaceae) é uma planta herbácea e perene, considerada uma hortaliça não convencional, um tipo de alimento que era consumido por determinadas comunidades e que, atualmente, tem seu consumo restrito por falta de costume ou conhecimento. É popularmente chamada de bertalha ou espinafre indiano e ingerida na forma de saladas, pães, bolos e caldos-verdes, por exemplo. Possui folhas espessas de coloração verde-clara e, no Brasil, é cultivada e comercializada em algumas regiões, em pequena escala (KINUPP e LORENZI, 2014).

A planta é fonte de diversos compostos de interesse nutritivo e medicinal, como carotenoides, polissacarídeos, mucilagens, ácidos orgânicos, flavonoides, antocianinas, taninos, triterpenos, esteroides e pigmentos, como a betacianina (DESHMUKH e GAIKWAD, 2014; TONGCO, AÑIS e TAMAYO, 2015). Além disso, possui altos teores de vitaminas “A”, “B9” e “C”, sais minerais (cálcio, ferro, fósforo e magnésio) e vários aminoácidos, como arginina, isoleucina, leucina, lisina, treonina e triptofano (KHARE, 2012). De acordo com Gondim (2010), a espécie possui uso medicinal, com propriedades emolientes e adstringentes.

Seu cultivo é mais adequado em regiões de clima quente (entre 26 e 28 °C), em solos férteis e com alto teor de matéria orgânica, e pode ocorrer de maneira assexuada, por meio de estacas vegetativas. Apresenta crescimento rápido e, a partir de 60 dias após o transplante das mudas, já pode ser iniciada a coleta de suas folhas, que possuem grande poder de regeneração (LOPES *et al.*, 2005; BRASIL, 2010; CAMPOS *et al.*, 2012). Em seu cultivo, é necessária a utilização de substratos propícios, pois um vegetal adequadamente cultivado possui melhor crescimento, produzindo folhas vistosas, além dos compostos característicos da espécie. Nesse sentido, o alongamento do sistema radicular influencia diretamente na resistência à seca e eficiência na absorção dos nutrientes, por exemplo, o que interfere na produtividade final (PRIMAVESI, 2017).

Por esses motivos, uma melhor produtividade está relacionada ao tipo de substrato e suas características nutricionais e, assim, muitas vezes são incorporados ao solo materiais orgânicos e inorgânicos, melhorando suas características químicas, físicas e biológicas. Os substratos, além de afetarem o desenvolvimento vegetativo das plantas, também interferem na produção de compostos secundários, tais como os polifenóis e outros compostos (MORAIS, 2009). Entretanto, nem sempre os melhores substratos estão à disposição dos produtores e, por esse motivo, é importante identificar matérias-primas adequadas e de fácil acesso para o cultivo de espécies de interesse.

Assim sendo, objetivou-se avaliar o crescimento e a intensidade de metabólitos secundários em folhas *Basella alba*, quando cultivada a pleno sol utilizando diferentes substratos, orgânico e organo-mineral.

Metodologia

Local de cultivo

O experimento foi desenvolvido no Campus Agrárias da Universidade Anhanguera-Uniderp (20°26' 16.6" S; 54°32' 14.5" W), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, entre setembro e novembro de 2018. A região possui altitude de 665 m e clima na transição entre o subtipo (Cfa) mesotérmico úmido sem estiagem ou pequena estiagem e o subtipo (Aw) tropical úmido (estação chuvosa e quente no verão e seca no inverno), segundo classificação de Koppen-Geiger (CPTEC-INPE, 2017). No período do experimento, as médias de precipitação e temperatura foram de 196,2 mm e 27,5 °C, respectivamente (INMET, 2018).

Solos, substratos e tratamentos

O solo utilizado para o experimento possuía textura argilosa (Latosolo Vermelho - LV) e foi coletado na Fazenda Escola da instituição, município de Campo Grande, na profundidade de 0-20 cm. Após sua coleta, o material foi seco sobre papel em casa de vegetação, destorroado e peneirado (malha 2 mm). Depois, foi analisado (Tabela 1) utilizando-se o método de Mehlich⁻¹ (pH em H₂O, P e K⁺), método KCl (1 N) (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e H⁺ + Al³⁺) e o método colorimétrico (matéria orgânica) (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Tabela 1 - Atributos químicos do Latossolo Vermelho coletado a profundidade 0-20 cm, Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Características	Valores
P (mg dm ⁻³)	8
K ⁺ (mg dm ⁻³)	71
Ca ⁺⁺ (cmol ⁺ dm ⁻³)	3,3
Mg ⁺⁺ (cmol ⁺ dm ⁻³)	1,2
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol ⁺ dm ⁻³)	4,9
Soma de Bases (cmol ⁺ dm ⁻³)	4,7

Capacidade de Troca Catiônica (cmol ⁺ dm ⁻³)	9,6
Saturação por Base (V%)	49
Matéria Orgânica (g dm ⁻³)	32,2
pH H ₂ O	5,8

Ao solo foram adicionados, em diferentes proporções, um substrato orgânico e um organo-mineral. O Vermicomposto (VC) foi elaborado com resíduos do rúmen de bovinos sob a ação das minhocas Vermelha-da-Califórnia (*Eisenia foetida*) e compostado por 30 dias, sendo mantido à sombra por 70 dias. Possui os seguintes atributos: pH = 7,0; condutividade elétrica = 1,23 mS dm⁻¹; P = 260 Mg⁺⁺ kg⁻¹; K⁺ = 600 Mg⁺⁺ kg⁻¹; Ca⁺⁺ = 25 cmol⁺ dm⁻³; H⁺ = 6,54 cmol⁺ dm⁻³; densidade = 0,39 g cm⁻³; e matéria orgânica = 12,94%. O Substrato Comercial (SC) é composto por cinza, composto orgânico, pó de *Pinus* e vermiculita, apresentando pH = 5,5; densidade = 0,45 g cm⁻³; capacidade de retenção de água = 165%; condutividade elétrica = 1,5 mS dm⁻¹; e, umidade = 25% (informações do produto).

O Latossolo, Vermicomposto e Substrato Comercial foram utilizados para a montagem de quatro tratamentos (T), utilizando os substratos nas seguintes proporções: T1 = SC 30% + 70% LV; T2 = VC 30% + 70% LV; T3 = SC 70% + 30% LV; e, T4 = VC 70% + 30% LV. Após a homogeneização dos componentes, os substratos foram acondicionados em sacos de cultivo (20 cm de largura x 30 cm altura) e capacidade volumétrica de 3,4 L.

Coleta das estacas

A estacas herbáceas utilizadas foram obtidas de plantas-matrizes (10) cultivadas por multiplicadores do programa “Horta em Casa” da Fundação Mokiti Okada, Campo Grande. O material botânico, após a coleta, foi envolto em jornais umedecidos com água e acondicionados em sacos plásticos, para transporte até o Laboratório de Pesquisa em Sistemas Ambientais e Biodiversidade, Universidade Anhanguera-Uniderp.

Foram selecionadas estacas com 15 cm de comprimento, 6 a 8 mm de coleto e três gemas, sem folhas. Após a seleção, foi implantada, nos sacos de cultivo, uma estaca por recipiente, enterrando-se um nó, e, depois de dois dias de aclimação em casa de vegetação com 20% de luminosidade, os sacos de plantio foram transferidos para a área experimental a pleno sol. A média máxima de radiação diária foi de 2319.41 KJ m², entre setembro e novembro de 2018 (INMET, 2018), durante os 90 dias de duração do experimento.

Avaliação de crescimento das plantas

Após o cultivo por 90 dias, as plantas foram coletadas e mensurado o comprimento da parte aérea (colo da plântula até o ápice do sistema meristemático, em cm) com régua graduada. Em sequência, o material vegetal foi separado em raiz, caule e folhas e determinada individualmente a massa fresca das estruturas, em balança analítica ($\pm 0,0001$ g). Posteriormente,

as folhas foram acondicionadas em sacos de papel numerados e colocadas em estufa de ventilação forçada (65 ± 2 °C) para a sua secagem.

Obtenção dos extratos vegetais

As folhas secas dos diferentes tratamentos foram trituradas e o pó resultante utilizado para a preparação dos extratos metanólicos, na concentração de 20 g do pó das folhas em 100 mL de metanol a 99,5%. A extração inicialmente ocorreu em aparelho de ultrassom (UNIDQUE®, 1450) por 60 minutos, seguindo-se 48 horas de extração por maceração estática (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Posteriormente, as soluções foram filtradas em funil de vidro forrados com papel de filtro. O líquido resultante foi concentrado por evaporador rotativo, seco sobre um dessecador (sob vácuo) e o extrato bruto submetido à análise fitoquímica preliminar. Para confirmar a presença de determinadas classes de metabólitos secundários, os testes foram repetidos com o extrato aquoso (decoção de 2,0 g do pó de folhas e 10,0 mL de água destilada por 3 minutos).

Análise fitoquímica

Os métodos utilizados foram adaptados de Matos (2009) e Simões *et al.* (2017). As análises de caracterização realizadas foram: compostos fenólicos (reação de precipitação com cloreto férrico), cumarinas (KOH luz ultravioleta⁻¹), flavonoides (reação de cianidina e ácido sulfúrico), naftoquinona (reação ácido/base), taninos (reação com sais de ferro, precipitação de proteínas), triterpenos, esteroides e saponinas (reação de Liebermann-Burchard), heterosídeos cianogênicos (teste de Guignard) e heterosídeos cardioativos, por meio de reação de Liebermann-Burchard (reação do núcleo esteroidal), reação de Keller-Killiani e de Pesez (desoxiaúcares) e reação de Baljet e de Kedde (anel lactônico).

A confirmação da presença dos triterpenos e esteroides foi realizada por hidrolisação do extrato metanólico seco com uma solução de hidróxido de potássio ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$), submetido a refluxo por 1 hora, com extração com éter etílico. Em sequência, o material foi submetido à reação de Liebermann-Burchard.

A presença ou ausência de saponinas foi avaliada pelo teste de ação superficial adaptado de Athayde *et al.* (2017). O extrato filtrado foi agitado energeticamente em tubo de ensaio por 20 segundos, seguido de repouso por 15 minutos, observando-se a formação de espuma, que foi medida com base em metodologia de Fontoura *et al.* (2015).

Os testes foram executados em triplicatas e os resultados obtidos, comparados e contrastados, observando-se a alteração de cor e precipitação com o extrato original. A determinação da presença das classes de metabólitos secundários e suas intensidades de reações foram classificadas como: reação negativa (zero); discreta (turbidez) ($\pm = 5\%$); fracamente positiva ($+ = 15\%$); positiva parcial ($+\pm = 25\%$); positiva ($++ = 50\%$); fortemente positiva ($++\pm = 75\%$); e alta intensidade ($+++ = 100\%$). A intensidade da cor e/ou precipitação indica o aumento da concentração da classe de metabólito, de acordo com método de Fontoura *et al.* (2015).

Quantificação de compostos fenólicos e flavonoides

Os fenóis totais foram quantificados pelo Método Folin-Ciocalteu; e a equação de regressão de calibração ($y = 0,781x (-0,0031)$; $R^2 = 0,996$) foi montada tendo como padrão o ácido gálico (10 a 350 mg mL⁻¹) (SOUSA *et al.*, 2007). Os flavonoides foram quantificados pelo método do cloreto de alumínio (PEIXOTO SOBRINHO *et al.*, 2008) e, como padrão, utilizada a quercetina (0,04; 0,2; 0,4; 2; 4; 8; 12; 16; e, 20 mg mL⁻¹) para construir a curva de calibração ($y = 0,0633x (-0,0061)$; $R^2 = 0,999$).

Delineamento experimental

O experimento foi executado em delineamento inteiramente casualizado (quatro tratamentos), com quatro repetições por tratamento. Os resultados de crescimento foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e, quando significativas, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 1% de probabilidade, por meio do *software* Agroestat®.

Resultados e discussões

Substratos

A adição dos substratos orgânico e organo-mineral ao Latossolo resultou em sua melhoria, em relação às suas características nutricionais e químicas, aumentando a concentração de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além da redução da acidez potencial e do pH e aumento da CTC e matéria orgânica (Tabela 2), em relação à análise do solo-base (Tabela 1).

Tabela 2 - Valores médios de fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca⁺⁺), magnésio (Mg⁺⁺), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica (MO) e pH encontrados em substratos utilizados para cultivo a pleno sol de *Basella alba*

Tratamentos	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	MO	pH
T1 (30% SC)	19,2 b	140,8 b	6,5 b	3,5 bc	0,85 a	11,2 b	35,4 c	7,2 a
T2 (30% VC)	21,0 b	104,0 c	5,6 b	2,7 c	0,88 a	10,0 b	42,0 b	7,2 a
T3 (70% SC)	34,2 a	260,4 a	8,0 a	4,5 a	0,89 a	14,0 a	39,6 bc	7,2 a
T4 (70% VC)	38,3 a	276,8 a	8,7 a	3,8 ab	0,89 a	13,9 a	55,2 a	6,9 b

Médias seguidas pelas letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si, teste de Tukey a 1%.

Avaliando-se todos os substratos, em termos de maior concentração de nutrientes, CTC e menor acidez potencial, T4 (70% VC) destacou-se nos parâmetros citados, seguido por T3 (70% SC) (Tabela 1). O pH, tendendo à neutralidade em todos os tratamentos, interferiu de maneira similar nos processos de disponibilidade de nutrientes, sendo considerado adequado para o crescimento de plantas (FERNANDES, SOUZA e SANTOS, 2018).

Crescimento

Os resultados indicaram que T2 (30% VC) apresentou o melhor crescimento, em todas as estruturas vegetais avaliadas, seguido por T3 (70% SC) (Tabela 3).

Tabela 3 - Crescimento em altura e massa fresca do sistema radicular, folhas, caule, parte aérea e massa fresca total de plantas de *Basella alba* cultivada a pleno sol, em diferentes substratos

Tratamentos	Altura (cm)	Raiz (g)	Folhas (g)	Caule (g)	Parte aérea (g)	Total (g)
T1	29,7 d	2,2 c	25,4 d	38,0 c	63,4 d	65,6 d
T2	169,2 a	7,3 a	244,2 a	142,7 a	386,9 a	394,2 a
T3	116,7 b	4,7 b	149,3 b	66,5 b	215,8 b	218,8 b
T4	47,8 c	3,1 c	68,3 c	36,1 c	104,4 c	109,1 c

Médias seguidas pelas letras minúsculas na coluna iguais não diferem entre si, teste de Tukey a 1%. T1 = SC 30%; T2 = VC 30%; T3 = SC 70%; T4 = VC 70%.

O melhor desenvolvimento das plantas da espécie ocorreu em T2 (30% VC), seguido por T3 (70% SC). Entretanto, o substrato com as melhores características químicas e de matéria orgânica foi T4 (70% VC), seguido por T3. Estes resultados indicam que não apenas o conteúdo nutricional ou quantidade de matéria orgânica do substrato interferiram no desenvolvimento das plantas, com outros fatores, como sua estrutura e/ou micronutrientes presentes podendo ter sido o fator e/ou fatores que propiciaram o melhor desenvolvimento vegetal em T2.

A adubação incorporada ao solo e suas características exercem grande influência no crescimento das plantas e todos os substratos propiciaram concentrações adequadas, em relação aos macronutrientes, em termos de necessidade nutricional das mudas (FERNANDES, SOUZA e SANTOS, 2018). Entretanto, Passos *et al.* (2007) explicam que nem sempre as maiores concentrações de alguns nutrientes ou matéria orgânica vão resultar em maior produtividade. Fernandes, Souza e Santos (2018) confirmam esta situação ao explicar que, além dos macronutrientes, a presença de micronutrientes e a textura do substrato são fatores importantes no desenvolvimento das plantas.

Estes resultados demonstraram que a espécie *Basella alba* possui requisitos específicos para seu melhor desenvolvimento, podendo crescer em diferentes substratos, mas com melhor desenvolvimento em determinado ambiente edáfico. Este fator não é relacionado ao pH, pois os resultados indicam solos tendendo à neutralidade e favoráveis para o crescimento das mudas. Nessa faixa, a disponibilidade de vários nutrientes é máxima (caso dos macronutrientes) e não limitante para outros (micronutrientes), o que indica que o pH não é um elemento que poderia limitar o desenvolvimento vegetal, nos diferentes tratamentos (FERNANDES, SOUZA e SANTOS, 2018).

É interessante ressaltar que a adição de 30% de Vermicomposto propiciou melhor crescimento. É conhecido que esse substrato é rico, principalmente, em cálcio, fósforo, magnésio, nitrogênio e potássio, possuindo alta CTC e elevado teor de matéria orgânica, com sua aplicação reduzindo a perda de nitrogênio do solo por volatilização, além de melhorar a

densidade, porosidade, capacidade de retenção e infiltração de água (BAYER e MIELNICZUK, 2008; PRIMAVESI, 2017). Por outro lado, uma maior adição de Vermicoposto (70%) resultou em menor crescimento, e esse resultado pode estar relacionado ao fato de que solos argilosos já possuem boa retenção de água e, com a adição de um grande volume de matéria orgânica, a maior umidade do solo tenha se tornado um fator limitante.

Uma alta umidade de solo, quando constante, pode restringir o fluxo e a absorção de alguns nutrientes, como o potássio, afetar a atividade de micro-organismos que transformam a matéria orgânica, ou levar a processos de anoxia, prejudicando o desenvolvimento das plantas (FERNANDES, SOUZA e SANTOS, 2018). Dessa maneira, um solo que fique por mais tempo com quantidade de água acima do limite de tolerância da espécie pode ser um fator de restrição ao seu crescimento. Por outro lado, a adição de 70% de Substrato Comercial resultou no segundo melhor crescimento, embora esse substrato tenha características similares ao solo com adição de 70% de Vermicomposto, em termos nutricionais e de matéria orgânica.

Outro fator que pode ter influenciado no crescimento é o desequilíbrio nutricional, em que o excesso de determinados nutrientes no solo pode reduzir a absorção dos demais, afetando a produtividade, a chamada inibição competitiva, fenômeno conhecido como antagonismo. O efeito antagônico é notadamente observado entre os nutrientes potássio, cálcio e magnésio, reduzindo a absorção dos demais cátions e podendo levar a deficiências nutricionais (FERNANDES, SOUZA e SANTOS, 2018). Tecchio *et al.* (2006), analisando a correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada, observam que a baixa produtividade estava relacionada ao excesso de nutrientes no solo, especialmente, cálcio e magnésio.

Também deve ser levado em consideração que a composição do Substrato Comercial é diferente, com a presença de cinzas, composto orgânico, pinus e vermiculita, considerados bons condicionadores do solo, o que resulta em melhor porosidade, retenção de água e enraizamento da planta. Sua estrutura permite a rápida liberação de nutrientes, por meio das cinzas e posteriormente, da decomposição do composto orgânico, por exemplo. A mistura de componentes do Substrato Comercial, quando adicionada ao Latossolo, resultou em boa produtividade das plantas. Seu efeito benéfico é confirmado por Boene *et al.* (2013), avaliando a produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith e Downs. Pina *et al.* (2022), avaliando o crescimento de *Basella alba* em substrato arenoso, demonstraram que a adição de maiores valores de Substrato Comercial (70%) induziu um melhor desenvolvimento das plantas, resultado similar ao obtido por este trabalho.

As características dos substratos afetam de maneira distinta as espécies, pois elas podem possuir diferentes requisitos químico-físicos. Dessa maneira, em solos argilosos, não é adequada a adição de grandes volumes de Vermicomposto, sendo a adição de 30% ideal, resultando em crescimento diferenciado. Resultado similar foi observado por Pina *et al.* (2018), avaliando o crescimento inicial de *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae), em que a adição de 40% de Vermicomposto ao solo-base resultou em melhor crescimento da espécie, resultado similar ao obtido por este experimento. Entretanto, Pina *et al.* (2022) indicaram que, para *Basella alba* cultivada em solo arenoso, é necessário maior volume de Vermicomposto (70%) para a obtenção

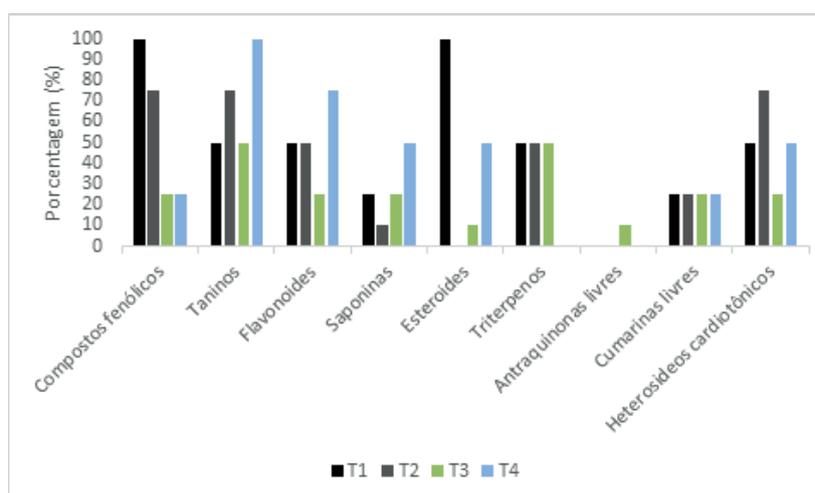
de melhores plantas. Este resultado é similar ao observado no experimento desenvolvido em Latossolo, que necessita de maiores concentrações de Substrato Comercial para produzir plantas mais vigorosas, sendo que uma menor quantidade de Substrato Comercial não é adequada ao crescimento de *Basella alba*.

Metabólitos secundários e teores de fenóis e flavonoides totais

Os resultados demonstraram que o cultivo da bertalha em diferentes substratos afetou a diversidade e a frequência (%) dos metabólitos secundários (Figura 1) nas folhas, com T3 (70% SC) apresentando 10 classes, T1 (30% SC), 8 classes e T2 (30% VC) e T4 (70% VC), 8 classes (Figura 1).

Com intensidade positiva, fortemente positiva e alta intensidade, destacam-se os compostos fenólicos (T1 e T2), taninos (todos os tratamentos), flavonoides (T1, T2 e T4), saponinas (T4), esteroides (T1 e T4), triterpenos (T1, T2 e T3) e heterosídeos cardiotônicos (T1, T2 e T4). As antraquinonas livres foram encontradas apenas em T3 (intensidade fracamente positiva) e as cumarinas livres e os açúcares redutores, em todos os tratamentos, com intensidade positiva parcial (Figura 1).

Figura 1 - Frequência de metabólitos secundários encontrados nas folhas de *Basella alba* cultivadas a pleno sol utilizando diferentes substratos. T1 = SC 30%; T2 = VC 30%; T3 = SC 70%; T4 = VC 70%



De acordo com Morais (2009) e Ramawat e Mathur (2019), a produção de metabólitos secundários pelas plantas ocorre em função da interação planta x ambiente, em resposta a fatores abióticos e bióticos. Esta interação pode explicar a diversidade, a quantidade ou a ausência dos metabólitos secundários nos extratos de uma mesma espécie cultivada em diferentes substratos, indicando que o maior acúmulo de massa e crescimento pode não significar maior produção de metabólitos. Dessa maneira, as diferentes condições de cultivo utilizadas neste estudo com a espécie *Basella alba* favoreceram a diversidade de constituintes encontrados nas plantas (Figura 1). Por outro lado, muitos aleloquímicos representam caracteres adaptativos da espécie.

Fitoesteróis

Os fitoesteróis se destacaram em T1, sendo normalmente encontrados em abundância nos vegetais, o que não ocorreu em todos os tratamentos. Na saúde humana, têm sido utilizados com propósitos terapêuticos para o tratamento de doenças cardiovasculares, além de contribuírem para a prevenção e tratamento de vários tipos de câncer, como próstata, pulmão e ovário, entre outros (RAMPRASATH e AWAD, 2015; MELO *et al.*, 2019). Além disso, reduzem a produção do colesterol e aumentam a capacidade do fígado de remover o excesso de colesterol (LDL) (GRUNDY *et al.*, 2014). Os esteroides também foram encontrados em exemplares de *Basella alba* cultivados em Bengala Ocidental, Índia (CHAKRABORTY, HORN e HANCZ, 2014). Em outras regiões da Índia (Coimbatore), Suganthi e Tamilarasi (2015), ao investigarem os extratos metanólicos das folhas das variedades verde e roxo avermelhada, encontraram os esteroides apenas na variedade roxa e Revathi e Sudha (2018), na região de Salem, Índia, em todas as folhas. Pina *et al.* (2022), cultivando a espécie em solo arenoso na região Centro-Oeste do Brasil, com a adição de substratos orgânicos e organo-mineral, também indicaram a presença de fitoesteróis, demonstrando um padrão para a espécie.

Triterpenos

Os triterpenos não foram identificados apenas no tratamento T4, enquanto T1, T2 e T3 apresentaram a mesma frequência (positiva). Os terpenoides já foram citados em folhas de *Basella alba* cultivadas nas Filipinas (TONGCO, AÑIS e TAMAYO, 2015) e no Brasil (PINA *et al.*, 2022), além de cultivos de *Basella rubra* na Índia (PRIYA, KOTAKADI e JOSTHNA, 2014). A este grupo são atribuídos ação diurética (YE *et al.*, 2000) e efeitos benéficos no tratamento da hepatite e redução da glicemia (LEE *et al.*, 2002; ALQAHTANI *et al.*, 2013), por exemplo. Exibem significativa ação biológica, com os triterpenos do tipo lupano (como a betulina e ácido betulínico), por exemplo, apresentando forte atividade anti-inflamatória e antioxidante (ALQAHTANI *et al.*, 2013).

Saponinas

As saponinas se destacaram apenas em T4, com intensidade positiva. O grupo é composto por estruturas que se dissolvem em água, originando soluções espumantes devido à sua ação tensoativa, com atividade larvicida, anti-helmíntica e antifúngica (PAULINO *et al.*, 2014). Sua presença em folhas de *Basella alba* também foi citada por Chakraborty, Horn e Hancz (2014), Tongco, Añis e Tamayo (2015), Suganthi e Tamilarasi (2015), Adegoke e Ojo (2017), Revathi e Sudha (2018) e Pina *et al.* (2022).

Taninos

Os taninos se destacam nos tratamentos T2 e T4, com Tongco, Añis e Tamayo (2015) citando sua presença em folhas de plantas cultivadas nas Filipinas e Pina *et al.* (2022). Na medicina popular, vegetais com elevada concentração de taninos têm elevado potencial

terapêutico. Sua principal aplicação é relacionada à cicatrização de feridas cutâneas (MEIRA *et al.*, 2013), além de possuir atividade anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante, por exemplo (HERNANDES *et al.*, 2010; MINATEL *et al.*, 2010). Entretanto, este grupo pode afetar a palatabilidade das folhas e, dessa maneira, restringir a ingestão de determinado vegetal. Assim, os substratos que produziram maior intensidade do grupo não seriam os mais adequados para serem utilizados no cultivo da espécie, se o objetivo for o consumo das folhas.

Antraquinonas e cumarinas

Em relação às cumarinas (intensidade positiva parcial) e antraquinonas (intensidade fracamente positiva), não foram encontrados relatos de sua presença nas folhas de *Basella alba*, na maior parte dos artigos consultados (CHAKRABORTY, HORN e HANCZ, 2014; SUGANTHI e TAMILARASI, 2015; TONGCO, AÑIS e TAMAYO, 2015; ADEGOKE e OJO, 2017; ABOSHI *et al.*, 2018; REVATHI e SUDHA, 2018). Este fato provavelmente é relacionado ao tipo de substrato utilizado e às condições ambientais existentes, que não favoreceram a produção dessas duas classes. Entretanto, Pina *et al.* (2022) encontraram antraquinonas e cumarinas em plantas cultivadas no Brasil. De acordo com Savithramma *et al.* (2011) e Ramawat e Mathur (2019), os compostos secundários são geralmente sintetizados de acordo com as condições ambientais e proteção contra predadores, por exemplo, indicando que em determinadas condições ambientais sua presença é comum, o que provavelmente ocorreu no experimento desenvolvido.

As cumarinas são produzidas como uma forma de defesa da radiação solar (MORAIS, 2009) e sua presença deve estar relacionada ao seu cultivo a pleno sol. As antraquinonas em geral, no contexto da patologia vegetal, podem ter atividade contra fungos fitopatogênicos (YANG *et al.*, 2007), no entanto seu papel na indução de defesas vegetais não foi bem caracterizado e sua pequena intensidade indica que não é um metabólito de destaque, para as folhas de *Basella alba*.

Heterosídeos cardiotônicos

Esta classe de metabólitos, encontrada em todos os tratamentos, já foi citada por Tonggco *et al.* (2015) em exemplares cultivados em Los Baños, Filipinas, Revathi e Sudha (2018), em estudos realizados em Salem, Índia e Pina *et al.* (2022). Entretanto, sua alta intensidade pode ser um problema, com Pina *et al.* (2018, 2022) recomendando cautela ao consumir vegetais com maiores teores de heterosídeos cardiotônicos devido aos riscos associados a essa classe. De acordo com Robbers, Speedie e Tyler (2007), drogas cardioativas possuem em sua composição heterosídeos, que são compostos que atuam diretamente no miocárdio. No entanto, a concentração capaz de produzir efeitos tóxicos é apenas duas vezes superior à concentração terapêutica e, por esse motivo, o uso de alimentos com intensidade positiva, fortemente positiva ou alta intensidade destes compostos, não é recomendado, como nas folhas obtidas nos tratamentos T1, T2 e T4. Os resultados produzidos por este trabalho contradizem as afirmações de Yen, Chen e Peng (2001), que afirmam que a espécie não possui toxidez, podendo ser utilizada como hortaliça, sem riscos à saúde humana.

Em relação aos teores de compostos fenólicos e flavonoides, os maiores valores estavam presentes em T2 (30% VC), seguido por T1 (30% SC) e T4 (70% VC) (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantificação de compostos fenólicos e flavonoides encontrados em folhas de plantas de *Basella alba* cultivada a pleno sol, em diferentes substratos

	T1 (30% SC)	T2 (30% VC)	T3 (70% SC)	T4 (70% VC)
Compostos fenólicos	229,2 a	218,4 a	181,8 b	183,2 b
Flavonoides	111,4 b	121,8 a	108,5 b	124,2 a

Médias seguidas pelas letras minúsculas na coluna iguais não diferem entre si, teste de Tukey a 1%.

Este grupo de metabólitos já foi identificado por outros pesquisadores nas folhas e demais estruturas vegetais da espécie (SUGANTHI e TAMILARASI, 2015; TONGCO, AÑIS e TAMAYO, 2015; ADEGOKE e OJO, 2017; AJAYI *et al.*, 2017; ABOSHI *et al.*, 2018; JAYSWAL, PATEL e DAVE, 2019; PINA *et al.*, 2022), com valores de compostos fenólicos e flavonoides inferiores aos encontrados neste trabalho, com exceção dos resultados apresentados por Pina *et al.* (2022), iguais ou superiores. Estas informações demonstram que o tipo de tratamento, localização geográfica e condições ambientais interferem na produção quantitativa destes polifenóis. Os compostos fenólicos são conhecidos por serem uma fonte potencial de antioxidantes naturais, encontrados em diferentes espécies de vegetais. Dentre eles, destacam-se os flavonoides, que possuem várias atividades biológicas, como ação anti-inflamatória, antiviral, antibacteriana e antialérgica, além de serem associados à prevenção de doenças como o câncer e as cardiovasculares (KING e YOUNG, 1999).

Correlação crescimento x concentração de metabólitos secundários

O substrato com melhor concentração nutricional e de matéria orgânica, T4, não produziu o melhor crescimento, com T2 (30% VC) resultando em plantas maiores e valores superiores de compostos fenólicos e flavonoides. Entretanto, T2 apresentou intensidade fortemente positiva, em relação aos heterosídeos cardiotônicos e, por esse motivo, o consumo regular de plantas produzidas neste tratamento não seria adequada. O tratamento com plantas que apresentaram o segundo melhor crescimento, T3 (70% SC), seria o recomendado para o cultivo de *Basella alba*, pois as folhas possuem menor intensidade de heterosídeos cardiotônicos. Assim, deve-se considerar que outros fatores, não identificados, levaram a uma diferenciação no crescimento e produção de metabólitos, tais como os micronutrientes ou estrutura física dos substratos.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de mais estudos para a padronização do consumo da espécie, sem risco à saúde humana. Sendo assim, é necessário realizar outras pesquisas, indicando quais fatores levam a espécie a produzir compostos secundários que podem trazer danos à saúde, pois, como já observado, existem referências sobre a presença de heterosídeos cardiotônicos com frequência positiva, fortemente positiva e alta intensidade em indivíduos cultivados de *Basella alba*. Apenas a citação de que a espécie bertalha é rica em determinados

compostos benéficos à saúde, como relatado por Batista *et al.* (2006), lembrando a presença de carotenos e provitamina A e indicando vantagens para seu consumo, não é adequada, pois pode induzir ao consumo de outros compostos que não irão propiciar benefícios a saúde a longo prazo.

Dessa maneira, o consumo de espécies não convencionais cultivadas inadequadamente pode ser um problema, pois existem poucos trabalhos relativos aos seus compostos secundários, em condições de cultivo no Brasil, um país tropical com altos índices de radiação ultravioleta, um fator que pode alterar a produção de metabolitos secundários (GOBBO-NETO e LOPES, 2007). Assim, é complexo indicar como o consumidor pode ter segurança ao utilizar a espécie, não se conhecendo a origem dos vegetais e as condições de cultivo, que interferiram em seu desenvolvimento. Também deve-se destacar que seu consumo ocasional dificilmente poderia ocasionar problemas, mas um consumo contínuo não seria isento de riscos, principalmente por pessoas que já apresentem alguns tipos de problemas cardíacos, o que também é citado por Pina *et al.* (2022). Deste modo, a utilização da espécie não seria adequada, de acordo com os resultados obtidos por esta pesquisa.

Considerações finais

O tratamento T2 (30% VC) apresentou o melhor crescimento inicial, em relação à massa fresca da raiz, parte aérea e total. Já T1, T2 e T4 apresentaram intensidade expressiva de heterosídeos cardiotônicos, motivo de cautela no consumo de folhas. Por esse motivo, T3 (70% SC) se mostrou mais adequado para a ingestão devido a menor intensidade destes compostos.

De modo geral, a ingestão de *Basella alba* de maneira contínua deve ser cautelosa; é necessária a realização de estudos sobre os efeitos clínicos para a padronização da ingestão sem risco a saúde humana, principalmente, em pacientes com histórico de insuficiência cardíaca. Desse modo, a utilização da espécie, quando em condições de cultivo similares a deste trabalho, não seria adequada.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de doutorado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de produtividade em pesquisa (PQ1 e 2), concedidas. Ao apoio financeiro do CNPq e Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e à Universidade Anhanguera-Uniderp, pelo financiamento do Grupo de Pesquisa Interdisciplinar (GIP) e Produtos Naturais (PN).

Referências

ABOSHI, T.; ISHIGURI, S.; SHIONO, Y.; MURAYAMA, T. Flavonoid glycosides in Malabar spinach *Basella alba* inhibit the growth of *Spodoptera litura* larvae. **Bioscience**,

Biotechnology, and Biochemistry, v. 82, n. 1, p. 9-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/09168451.2017.1406301>.

ADEGOKE, G. O.; OJO, O. A. Phytochemical, antioxidant and antimicrobial activities in the leaf, stem and fruit fractions of *Basella alba* and *Basella rubra*. **Plant**, v. 5, n. 5, p. 73-79, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.plant.20170505.11>.

AJAYI, O. R. *et al.* Factors associated with the health and cognition of 6-year-old to 8-year-old children in KwaZulu-Natal, South Africa. **Tropical Medicine & International Health**, v. 22, n. 5, p. 631-637, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/tmi.12866>.

ALQAHTANI, A. *et al.* 2013. The pentacyclic triterpenoids in herbal medicines and their pharmacological activities in diabetes and diabetic. **Current Medicinal Chemistry**, v. 20, n. 7, p. 908-931, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2174/092986713805219082>.

ATHAYDE, M. L.; TAKETA, A. T. C.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Saponinas. *In*: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (Orgs.). **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 285-303.

BATISTA, M. A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P.; MORAES, F. A. Carotenos e provitamina A em bortalha e ervas aromáticas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais, durante as quatro estações do ano. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 28, n. 1, p. 93-100, 2006. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v28i1.1122>.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. *In*: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.

BOENE, H. C. A. M. *et al.* Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Revista Floresta**, v. 43, n. 3, p. 407-420, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v43i3.25789>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não convencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 2010.

CAMPOS, R. A. S. *et al.* Crescimento e desempenho de bortalha (*Basella alba* L.) em função do tipo de propagação. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 11-18, 2012.

CHAKRABORTY, S. B.; HORN, P.; HANCZ, C. Application of phytochemicals as growth promoters and endocrine modulators in fish culture. **Reviews in Aquaculture**, v. 6, n. 5, p. 1-19, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12021>.

CPTEC-INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Arquivos do Laboratório de Meteorologia e Climatologia, vinculados ao CPTEC-INPE**, Campo Grande - MS, 2017.

- DESHMUKH, S. A.; GAIKWAD, D. K. A review of the taxonomy, ethnobotany, phytochemistry, and pharmacology of *Basella alba* (*Basellaceae*). **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 4, n. 1, p. 153-165, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7324/JAPS.2014.40125>.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. (Orgs.). **Nutrição mineral de plantas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.
- FONTOURA, F. M. *et al.* Seasonal effects and antifungal activity from bark chemical constituents of *Sterculia apetala* (Malvaceae) at Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 283-292, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201500011>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>.
- GONDIM, A. (Ed.). **Catálogo brasileiro de hortaliças**. Brasília: Alpha Gráfica e Editora, 2010.
- GRUNDY, S. M. *et al.* An International Atherosclerosis Society Position Paper: global recommendations for the management of dyslipidemia - full report. **Journal of Clinical Lipidology**, v. 8, n. 1, p. 29-60, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2013.12.005>.
- HERNANDES, L.; PEREIRA, L. M. S.; PALAZZO, F.; MELLO, J. C. P. Wound-healing evaluation of ointment from *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) in rat skin. **Brazil Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 46, n. 3, p. 431-436, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502010000300005>.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas – Gráficos – Precipitação 3m**. 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 27 mai. 2019.
- JAYSWAL, V. B.; PATEL, V. H.; DAVE, N. R. Effect of incorporation of fresh *Basella alba* leaves on sensory attributes and antioxidant potential of a traditional indian product 'Biwadi'. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, v. 7, n. 1, p. 425-434, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18782/2320-7051.7382>.
- KHARE, C. P. **Indian medicinal plants: an illustrated dictionary**. Calcutta: Springer Science Business Media, 2012.
- KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 2, p. 213-218, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(99\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(99)00051-6).

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

LEE, Y. S. *et al.* Asiatic acid, a triterpene, induces apoptosis through intracellular Ca²⁺ release and enhanced expression of p53 in HepG2 human hepatoma cells. **Cancer Letters**, v. 186, n. 1, p. 83-91, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0304-3835\(02\)00260-4](https://doi.org/10.1016/s0304-3835(02)00260-4).

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência da temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 18-24, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000200004>.

MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MEIRA, M. R.; CABACINHA, C. D.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Barbatimão: ecologia, produção de tanino e potencial socioeconômico na região norte mineira. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 16, p. 466-494, 2013.

MELO, J. V. D. *et al.* Efeitos dos fitoesteróis para a prevenção de doenças. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v. 9, n. 1, p. 27-31, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18378/rebes.v9i1.6471>.

MINATEL, D. G. *et al.* Estudo clínico para validação da eficácia de pomada contendo barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) * na cicatrização de úlceras de decúbito. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 67, n. 7, p. 250-256, 2010.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4050-4063, 2009.

OLIVEIRA, A. K. M.; RIBEIRO, J. W. F.; FONTOURA, F. M.; MATIAS, R. Leaf extract effects of *Vochysia divergens* on lettuce and tomato. **Allelopathy Journal**, v. 31, n. 1, p. 129-138, 2013.

PASSOS, R. R. *et al.* Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um Latossolo vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1119-1129, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500027>.

PAULINO, B. L. *et al.* 2014. Utilização de saponinas triterpênicas no combate às larvas do *Aedes aegypti*. In: Simpósio de Ciências Farmacêuticas, 3, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2020. p. 1-4.

PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S. *et al.* Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonoides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 683-689, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322008000400015>.

- PINA, J. C.; OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R.; SILVA, F. Influência de diferentes substratos na produção de fitoconstituintes de *Moringa oleifera* Lam. cultivada a pleno sol. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1076-1087, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833394>.
- PINA, J. C.; OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R. Initial growth and production of secondary metabolites in *Basella alba* leaves cultivated in a sandy textured soil with addition of organic and organo-mineral substrate. **Anales de Biología**, n. 44, p. 1-11. 2022. DOI: <https://doi.org/10.6018/analesbio.44.01>.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2017.
- PRIYA, K.; KOTAKADI, V. S.; JOSTHNA, P. Anti-inflammatory effect of *Basella rubra* on oxazolone-induced colitis in rat. **American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics**, v. 2, n. 7, p. 832-841, 2014.
- RAMAWAT, K. G.; MATHUR, M. Factors affecting the production of secondary metabolites. In: RAMAWAT, K. G; MERILLON, J. M. (Eds.). **Biotechnology - Secondary metabolites**. CRC Press, 2019. p. 59-102.
- RAMPRASATH, V. R.; AWAD, A. B. Role of phytosterols in cancer prevention and treatment. **Journal of AOAC International**, v. 98, n. 3, p. 735-738, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5740/jaoacint.SGERamprasath>.
- REVATHI, D.; SUDHA, N. Phytochemical evaluation of *Basella alba* L. **EPRA International Journal of Research and Development (IJRD)**, v. 3, n. 8, p. 81-85, 2018.
- ROBBERS, J. E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V. E. **Farmacognosia e farmacobiotecnologia**. São Paulo: Editora Premier, 2007.
- SIMÕES, C. M. O. *et al.* (Orgs.). **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- SAVITHRAMMA, N. *et al.* Screening of medicinal plants for secondary metabolites. **Middle East Journal of Scientific Research**, v. 8, n. 3, p. 579-584, 2011.
- SOUSA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>.
- SUGANTHI, A.; TAMILARASI, A. Comparative studies on phytochemical analysis of *Basella alba* (L.) varieties. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 10, p. 1089-1098, 2015.

TECCHIO, M. A. *et al.* Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1056-1064, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600002>.

TEIXEIRA, P. C.; DOGAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Eds.). **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa Solos, 2017.

TONGCO, J. V. V.; AÑIS, A. D.; TAMAYO, J. P. Nutritional analysis, phytochemical screening, and total phenolic content of *Basella alba* leaves from the Philippines. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, v. 7, n. 5, p.1031-1033, 2015.

YANG, X.; YANG, L.; WANG, S.; YU, D.; NI, H. Synergistic interaction of physcion and chrysophanol on plant powdery mildew. **Pest Management Science**, v. 63, n. 5, p. 511-515, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.1362>.

YEN, G. C.; CHEN, H. Y.; PENG, H. H. Evaluation of the cytotoxicity, mutagenicity and antimutagenicity of emerging edible plants. **Food and Chemical Toxicology**, v. 39, n. 11, p. 1045-1053, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(01\)00053-9](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(01)00053-9).

YE, W. C.; ZHANG, Q. W.; LIU, X.; CHE, C. T.; ZHAO, S. X. Oleanane saponins from *Gymnema sylvestre*. **Phytochemistry**, v. 53, n. 8, p. 893-899, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(99\)00483-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(99)00483-5).