



Revisão de literatura de plantas alimentícias não convencionais (PANCs) da família Solanaceae

Welinton Gustavo Moreira de Sousa^{1*}, Maria Carolina de Abreu^{2,3}

¹Professor da Secretaria Municipal de Educação de Oeiras, Piauí, Brasil. ²Professora da Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia, Campus Ministro Petrônio Portela, Teresina, Piauí, Brasil.

³Professora do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Campus Amílcar Ferreira Sobral, Universidade Federal do Piauí, Floriano, Piauí, Brasil. *wgustavo99@hotmail.com

Recebido em: 02/03/2023

Aceito em: 18/10/2023

Publicado em: 30/12/2023

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.5.2-26>

RESUMO

A busca por uma vida mais saudável tem despertado o interesse das pessoas pelo consumo de plantas alimentícias não convencionais (PANCs), em virtude de suas potencialidades nutricionais e farmacêuticas. Dentre essas plantas, destacam-se aquelas pertencentes à família Solanaceae, cuja categoria é uma das mais importantes para o homem do ponto de vista dietético, econômico e farmacêutico. O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca de quatro espécies da família Solanaceae, caracterizando-as e destacando os seus potenciais nutricionais, fitoquímicos e medicinais, sendo elas: *Acnistus arborescens*, *Physalis angulata*, *Physalis pubescens* e *Vassobia breviflora*. Obedecendo o recorte temporal de 2000 a 2020, foram realizadas buscas nas bases de dados PubMed, Science Direct, Embase e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), utilizando-se descritores previamente selecionados que foram combinados ao nome da espécie e aos operadores booleanos “AND” e “OR”. No total, foram levantados 871 artigos dos quais foram selecionados 95 para compor a revisão de literatura. As espécies se destacaram pelas suas propriedades anticancerígenas, antimicrobianas, antiparasitárias, anti-inflamatórias, antidiabéticas e imunológicas, que são conferidas pelos diversos metabólitos secundários que as constituem. Apesar da notável atividade citotóxica contra células cancerígenas, nenhum estudo apontou toxicidade contra células normais humanas. Além disso, as plantas são ricas em nutrientes, podendo ser empregadas na alimentação humana. Tais resultados indicam o potencial desses vegetais no desenvolvimento de alimentos funcionais, fármacos e outros produtos das indústrias agrônoma e alimentícia.

Palavras-chave: Fitoquímica. Atividade biológica. Nutraceutico.

Literature review of unconventional food plants (UFP) of the Solanaceae family

ABSTRACT

The quest for a healthier life has aroused people's interest in the consumption of unconventional food plants (UFP), due to their nutritional and pharmaceutical potential. Among these plants, those belonging to the Solanaceae family stand out, whose category is one of the most important for man from a dietary, economic and pharmaceutical point of view. The present work aimed to carry out a bibliographic survey about four species of the Solanaceae family, characterizing them and highlighting their nutritional, phytochemical and medicinal potential, namely: *Acnistus arborescens*, *Physalis angulata*, *Physalis pubescens* and *Vassobia breviflora*. Obeying the time frame from 2000 to 2020, searches were carried out in the PubMed, Science Direct, Embase and Virtual Health Library (BVS) databases, using previously selected descriptors that were combined with the species name and the Boolean operators “AND” and “OR”. In total, 871 articles were collected, of which 95 were selected to compose the literature review. The species stood out for their

anticancer, antimicrobial, antiparasitic, anti-inflammatory, antidiabetic and immunological properties, which are conferred by the various secondary metabolites that constitute them. Despite the remarkable cytotoxic activity against cancer cells, no studies have shown toxicity against normal human cells. In addition, plants are rich in nutrients and can be used in human food. Such results indicate the potential of these vegetables in the development of functional foods, pharmaceuticals and other products for the agronomic and food industries.

Keywords: Phytochemistry. Biological activity. Nutraceutical.

INTRODUÇÃO

A vasta diversidade vegetal com potencial para a produção de alimentos ainda não foi totalmente explorada. Conforme Paterniani (2001), dentre as aproximadas 350 mil espécies de plantas conhecidas, apenas três mil foram cultivadas pelo homem, sendo que cerca de 300 espécies são cultivadas atualmente. Grande parte dessa diversidade de plantas comestíveis está presente no Brasil, para o qual estima-se cerca de 4 a 5 mil espécies (KELEN et al., 2015). Apesar dos potenciais nutracêuticos, alimentícios e medicinais que a diversidade vegetal brasileira apresenta, ainda são incipientes o conhecimento e a exploração desses vegetais na alimentação da população (CORADIN et al., 2011; SOARES et al., 2020).

O conceito de alimentação muda conforme o conhecimento da população sobre alimentos saudáveis e seus benefícios. Nota-se atualmente que as frutas nativas brasileiras têm despertado o interesse de pesquisadores e consumidores por seus grandes benefícios à saúde humana (LIBERATO et al., 2019; SOARES et al., 2020). De acordo com Bahadori et al., (2020), a crescente demanda por produtos naturais eficazes e com reduzidos efeitos colaterais tem atraído a atenção de cientistas na busca por novos metabólitos com bioatividade contra diferentes doenças. As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) representam uma grande oportunidade para a diversificação alimentar, produtiva e nutricional, contribuindo para a promoção da segurança alimentar e nutricional e para a melhoria da qualidade de vida do consumidor (JACOB, 2020). Nelas estão inclusas partes comestíveis de plantas que podem ser encontradas em ambientes urbanos e rurais e que não são comuns na dieta (BEZERRA; BRITO, 2020). Destaca-se que, apesar de incipientes, os estudos nutracêuticos das plantas alimentícias não convencionais demonstram que o seu consumo pode ser uma boa fonte de compostos nutricionais (SILVA et al., 2018). Dentre esses vegetais, destacam-se aqueles pertencentes à família Solanaceae, uma das famílias mais importantes do grupo das Angiospermas para o homem do ponto de vista dietético, econômico e farmacêutico

(SVOBODOVÁ; KUBÁN, 2018). Conforme Carvalho et al. (2015), o resgate dessas plantas na perspectiva de incrementar sua utilização na alimentação e na pesquisa representa um ganho cultural, social e econômico.

Tendo isso em vista, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca de quatro espécies da família Solanaceae, caracterizando-as e discorrendo sobre os seus potenciais nutricionais, fitoquímicos e medicinais.

METODOLOGIA

Foram investigadas quatro plantas classificadas como PANC (KINUPP; LORENZI, 2014), pertencentes à família Solanaceae: *Acnistus arborescens* (L.) Schlttdl., *Physalis angulata* L., *Physalis pubescens* L. e *Vassobia breviflora* (Sendtn.) Hunz.

As informações referentes aos potenciais nutracêuticos, fitoquímicos e biológicos foram investigadas através de pesquisa bibliográfica exploratória de natureza qualitativa realizada em livros e artigos científicos devidamente publicados e indexados nas bases de dados PubMed, Science Direct, Embase e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), obedecendo o recorte temporal de 2000 a 2020. Para isso, utilizou-se os seguintes descritores: phytochemistry, phytotherapy, pharmacology, ethnopharmacology, ethnomedicine, therapeutic use, edible plant e food plant. Durante as buscas, esses termos foram combinados aos nomes das espécies utilizando-se os operadores booleanos “AND” e “OR”.

Após as buscas nas bases de dados, selecionou-se criteriosamente os documentos, sendo eliminadas as revisões de literatura, duplicatas e periódicos que fugiam do objetivo do trabalho. O processo de revisão dos artigos foi realizado em três etapas: leitura do título, leitura do resumo e leitura do artigo. Na primeira etapa foram excluídas as revisões ou artigos cujo título não tratava da planta em estudo. Após isso, os resumos de cada artigo foram explorados a fim de realizar a leitura dos trabalhos. Neste processo, foram analisados metodologia, resultados e conclusão. Os trabalhos selecionados foram então separados em quatro pastas correspondentes ao nome das espécies, os quais eram subdivididas em quatro pastas relativas aos bancos de dados. Os dados referentes à fitoquímica, potencial nutricional/nutracêutico e propriedades biológicas/medicinais foram organizadas em diferentes planilhas no Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a busca nos bancos de dados utilizando os descritores combinados ao nome das espécies e aos operadores booleanos, foram encontrados, no total, 871 artigos científicos, dos quais foram selecionados 95 para caracterização das espécies. A maior parte dos resultados das buscas foi sobre *Physalis angulata* e *Physalis pubescens*, as quais compreenderam também a maior parte dos manuscritos selecionados (Tabela 1). O gênero *Physalis* (Solanaceae) possui aproximadamente 120 espécies e inclui muitas espécies de valor medicinal, comestível e ornamental, tendo como principais representantes *P. angulata*, *P. pubescens*, *Physalis alkekengi* L. e *Physalis peruviana* L. (DAMU et al., 2007; LUCHESE et al., 2015; FENG et al., 2018; ANH et al., 2020).

Tabela 1 - Seleção de artigos de interesse de cada uma das quatro espécies de Solanaceae analisadas, onde Enc sigla para o termo 'encontrados' e Sel para 'selecionados'.

Base de dados	Situação	<i>Acnistus arborescens</i>	<i>Physalis angulata</i>	<i>Physalis pubescens</i>	<i>Vassobia breviflora</i>
PubMed	Enc	18	92	25	5
	Sel	9	41	14	3
Science Direct	Enc	17	237	140	8
	Sel	2	6	2	0
BVS	Enc	12	85	24	8
	Sel	1	7	2	1
EMBASE	Enc	18	153	22	7
	Sel	3	2	2	0
Total	Enc	65	567	211	28
	Sel	15	56	20	4

Fonte: Autores (2023).

Acnistus arborescens, popularmente conhecida como marianeira e esporão-de-galo-falso, é uma árvore amplamente distribuída na América do Sul e Central (VERAS et al., 2004; ROUMY et al., 2010), onde é utilizada na medicina tradicional para tratar e/ou prevenir tumores cancerígenos, inflamações, hematomas, distensões ou entorses e também como febrífugo (RUIZ et al., 2004; ROCHA et al., 2006; MARÍA et al., 2017).

A literatura mostra que *A. arborescens* é amplamente investigado quanto às suas propriedades antiparasitárias e citotóxica (Tabela 2). Em uma pesquisa realizada por Soares et al., (2020), o extrato de *A. arborescens* apresentou forte capacidade de eliminação de HOCl, o qual tem sido associado a diversos problemas de saúde, como aterosclerose, doenças degenerativas e vários tipos de câncer. Conforme os autores, isso pode estar relacionado à presença de ácido ferúlico-O-hexosídeo, que possui capacidade

sequestrante de ROS, bem como a quercetina-3-*O*-rutinosídeo, um composto fenólico que possui grande atividade antioxidante.

Tabela 2 - Atividades biológicas das espécies de Solanaceae. *Parte da planta ou composto não indicado no estudo.

Espécie	Parte da planta	Composto ou Extrato analisado	Ação observada	Referência
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schlttdl	Folhas	Vitanolídeos	Atividade citotóxica contra linhas de células HL-60, HCT-116, SF-268 e PANC-1.	Batista et al., (2016)
		Vitafisilina D	Atividade citotóxica contra linhagens de células HT-29, MCF-7, MKN-45, HEp-2, HeLa, U-937 <i>in vitro</i> .	Cordero et al., (2009)
		Vitafisilina O, M e N	Atividade citotóxica seletiva contra linhagens celulares HL-60 e K562.	Rocha et al., (2006)
		Vitafisilina F	Atividade citotóxica contra células de leucemia promielocítica humana HL-60.	Rocha et al., 2012
		Extrato etanólico	Atividade citotóxica contra linhagens celulares humanas Lu1, LNCaP e MCF-7.	Veras et al., (2004)
		Acnistinas A, E e L	Atividade citotóxica contra as linhagens celulares humanas A375, MCF7 e K652.	Chataing et al., 2009
		Vitanolídeos isolados	Atividade anti-inflamatória e citotóxica contra linhagens celulares NCI-H460 e MIA.	Steinbrueck et al., (2019)
		Extrato metanólico e compostos vitanolídeos	Atividade antimicrobiana contra <i>Pneumocystis carinii</i> e citotoxicidade contra células leucêmicas humanas K562R e murinas DA1-3b/M2 <i>in vitro</i> .	Roumy et al., (2010)
			Atividade tripanocida contra epimastigotas de <i>Trypanosoma cruzi</i> .	Vieira et al., (2008)
		Partes aéreas	Extrato etanólico	
	Atividade leishmanicida contra formas promastigotas de <i>Leishmania donovanni</i> , <i>Leishmania braziliensis</i> e <i>Leishmania amazonenses</i> .			Ruiz et al., 2(004)
Vitanolídeos isolados	Atividade citotóxica contra linhas de células de câncer humano KB.			Minguzzi et al., (2002)
<i>Physalis angulata</i> L.	Planta inteira	Fisalina E	Efeitos anti-inflamatórios em macrófagos de camundongos estimulados por LPS <i>in vitro</i> .	Yang et al., (2017)

	Fisalina B	Atividade citotóxica seletiva para células de melanoma humano A375.	Hsu et al., (2012)
	Vitanolídeos A e I	Atividades citotóxica contra as linhas celulares de câncer humano COLO 205 e AGS <i>in vitro</i> .	Lee et al., (2008)
	Vitanolídeos isolados	Atividade citotóxica contra linhas de células de câncer humano HCT-116 e MDA-MB-231.	Zhang et al., (2017)
		Atividades citotóxicas contra as linhas celulares A549, HeLa e p388.	Meng et al., (2019)
	Extrato metanólico	Atividade renorestauradora em ratos diabéticos induzidos por aloxana.	Adewoye; et al., (2016)
	Extratos de acetato de etila	Atividade antiproliferativa contra carcinoma escamoso oral humano (HSC-3) <i>in vitro</i> .	Hseu et al., (2011)
	Extrato aquoso liofilizado	Atividade imunestimulante em testes com ratos.	Sisley et al., (2017)
Partes aéreas	Vitanolídeos isolados	Atividade citotóxica contra as linhas celulares de câncer humano HCT-116 e NCI-H460.	He et al., (2007)
		Atividade tripanocida contra epimastigotas e tripomastigotas de <i>T. cruzi in vitro</i> .	Nagafuji et al., (2004)
	Fisagulida P	Atividade citotóxica contra a linhas de células MG-63, HepG-2 e MDA-MB-231.	Gao et al., (2017)
	Fisalinas B e D	Atividade citotóxica contra linhas de células cancerosas CEM, HL-60, K562, HCT-8, MCF-7, MDA-MB-435, MDA-MB-231, PC3 e B-16 <i>in vitro</i> e em camundongos com células tumorais de sarcoma 180.	Magalhães et al., (2005)
	Fração contendo fisalinas B, F e D	Atividade antimicobacteriana contra <i>M. tuberculosis</i> .	Januário et al., (2002)
	Fisalina E	Efeito anti-inflamatório em dermatite induzida por TPA andoxazolona em ratos.	Pinto et al., (2010)
	Extratos brutos de CHCl ₃ e frações contendo fisalina	Atividade antimicobacteriana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Mycobacterium avium</i> , <i>Mycobacterium kansasii</i> , <i>Mycobacterium malmoense</i> e <i>Mycobacterium intracellulare</i> .	Pietro et al., (2000)
	Extrato etanólico	Capacidade de inibir a linfoproliferação, ação imunossupressiva <i>in vitro</i> e atividade anti-inflamatória <i>in vivo</i> .	Daltro et al., (2020)

Partes aéreas e raízes	Óleo essencial	Atividade antimicrobiana contra <i>Candida albicans</i> , <i>Candida stellatoidea</i> , <i>Candida torulopsis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	Osho et al., (2010)
Raiz	Extrato aquoso	Atividade anti-leishmania contra promastigotas e amastigotas de <i>L. amazonensis</i> .	Da Silva et al., (2016)
		Atividade antileishmania contra promastigotas e amastigotas de <i>Leishmania infantum</i> .	Silva et al., (2018)
		Efeito imunomodulador <i>in vitro</i> .	Silva et al., (2014)
		Atividade antinociceptiva contra a dor visceral induzida pelo ácido acético e as respostas inflamatórias à dor induzida pela formalina em camundongos.	Bastos et al., (2006)
Folhas e caule	Extrato etanólico	Atividades anti-inflamatórias e imunomodulatórias em testes com ratos.	Bastos et al., (2008)
	Extrato etanólico	Atividade antidiabética em um modelo <i>in vitro</i> .	Nguyen; Vo, (2020)
Folhas	Vitanolídeo, vitafisalinas e compostos análogos	Efeitos antiproliferativos contra as linhas de células C4-2B, 22Rv1, 786-O, A-498, ACHN e A375-S2 e atividade anti-inflamatória através da superação da produção de NO induzida por LPS em macrófagos.	Sun et al., (2016a)
		Inibição da adipogênese.	Jang et al., (2016)
		Atividade anti-inflamatória e cicatrizante em edema induzido por carragenina em ratos.	Abdul-Nasir-Deen et al., (2020)
Folhas	Extratos metanólico e diclorometano	Atividade antiplasmódica <i>in vitro</i> e em camundongos infectados com <i>Plasmodium berghei</i> .	Lusakibanza et al., (2010)
		Atividade tripanocida contra epimastigota de <i>T. cruzi</i> .	Vieira et al., (2008)
Caule	Fisalina B	Atividade tripanocida através da diminuição da transmissão do <i>T. cruzi</i> e inibição do desenvolvimento do parasita no intestino do inseto vetor <i>Rhodnius prolixus</i> .	Castro et al., (2012)

	Fisalinas B, F ou G	Atividade imunossupressora em culturas de esplenócitos ativadas por concanavalina A e capacidade de evitar a rejeição do transplante de coração heterotópico alogênico em camundongos.	Soares et al., (2006)
	Extrato etanólico	Atividade antileishmania contra promastigotas de <i>L. amazonensis</i> e <i>L. braziliensis</i> .	Nogueira et al., (2013)
Flores	Extrato metanólico	Atividade antibacteriana contra <i>Streptococcus mutans</i> . Melhorou a qualidade de vida dos ratos que se alimentaram dessa planta.	Hwang et al., (2004) Choi; Hwang, (2005)
Cálices	Fisalinas B, D, F, G	Atividade antimicrobiana contra cepas de <i>S. aureus</i> e <i>Neisseria gonorrhoeae</i> .	Silva et al., 2005
	Fração de diclorometano	Atividade anti-inflamatória em camundongos com colite DSS.	Rivera et al., (2020)
*	Vitanolido S5	Atividade citotóxica contra células de melanoma humano A375.	Fan et al., (2018)
	Fisalinas	Atividade anti-inflamatória através da superação da produção de NO induzida por LPS em macrófagos.	Sun et al., (2017)
	Fisalinas B e F	Atividade antileishmania <i>in vitro</i> e em camundongos infectados com <i>L. amazonensis</i> .	Guimarães et al., 2009
	Fisalina F	Atividade citotóxica contra células de câncer renal humano A498. Atividade imunossupressora em pacientes com mielopatia associada ao vírus linfotrópico T humano tipo 1.	Wu et al., (2012) Pinto et al., (2016)
	Fisalina H	Atividade imunossupressora na ativação e proliferação de células T <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	Yu et al., (2010)
	Fisangulidina A	Atividade citotóxica contra células de câncer de próstata humano DU145.	Reyes-Reyes et al., (2013)
	Withangulatina A	Capacidade de melhorar a qualidade de vida e as características histopatológicas renais, bem como reduzir o acúmulo de sintomas de proteinúria e níveis de anticorpos anti-DNA de fita dupla em camundongos.	Sun et al., (2011)
	Extratos de acetato de etila	Atividade citotóxica contra células de câncer oral humano HSC-3.	Lee et al., (2009)

		Extrato de metanol	Atividade citotóxica contra linhas de células de câncer de mama humano MAD-MB 231 e MCF-7 <i>in vitro</i> .	Hsieh et al., (2006)	
		Extrato etanólico	Atividade imunomoduladora em modelo de rato lúpico.	Adnyana et al., (2014)	
		Extrato de CO ₂ supercrítico	Atividade gastroprotetora em inflamação intestinal de ratos causada por ácido trinitrobenzenossulfônico.	Junior et al., (2017)	
			Atividade citotóxica contra linhas de células A-549 e ação anti-inflamatória em testes com macrófagos estimulados por LPS.	Anh et al., (2020)	
			Capacidade de aliviar a fibrose cutânea em pacientes com esclerodermia.	Dewi et al., (2019)	
<i>Physalis pubescens</i> L.	Folhas e caule	Fisapubescina K	Atividade citotóxica contra xenoenxerto SW1990 em camundongo.	Wu et al., 2017	
		Fisapubescina	Capacidade de inibir a angiogênese no xenoenxerto 786-O <i>in vivo</i> .	Chen et al., (2016a)	
	Caule	Glicosídeos esteroides A–D	Atividade anti-inflamatória em macrófagos RAW 264,7 sob estresse de óxido nítrico induzido por LPS e atividade citostática contra células de carcinoma humano 786-O, C4-2B, 22Rv1, A375 e A375-S2.	Xia et al., (2017)	
		Cálices e frutos	Polissacarídeo	Atividade anti-hiperglicêmica e anti-hiperlipidêmica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	Chen et al., (2019)
		Frutos	Extrato de polissacarídeos	Atividade anti-inflamatória em camundongo com colite induzida por DSS.	Zhao et al., (2020)
			Esteroides vitanolídeos	Atividade citotóxica contra linhas de células de câncer humanas RCC, 786-O, A-498, Caki-2 e ACHN.	Chen et al., 2016b
			Fisapubescina B	Atividade citotóxica contra xenoenxerto de câncer de próstata humano PC3 <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	Ding et al., (2015)
			Fisapubescina I	Atividade citotóxica contra xenoenxerto SW1990 em camundongos.	Yang et al., (2019)
		Fisapubescina J e vitanolídeos	Atividade anti-inflamatória em células RAW264.7 induzidas por LPS.	Wang et al., (2020)	
	*	Fisapubescina	Atividade citotóxica contra linhas de câncer humanas HCC827-ER e HT1080.	Cheng et al., (2017)	

		Fisapubescina B	Atividade citotóxica contra células de carcinoma cervical humano HeLa <i>in vitro</i> .	Zeng et al., (2017)
			Atividade citotóxica contra as linhas de células ES-2 e A2780 <i>in vitro</i> .	Zhao et al., (2017)
			Atividade citotóxica contra células de câncer gástrico <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	Dai et al., (2020)
<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.)	Partes aéreas	Withaferin A	Atividade citotóxica contra as linhas de células de câncer humanas MDA1986, JMAR, UM-SCC-2 e JHU011 <i>in vitro</i> .	Samadi et al., (2010)
Hunz		Vitanolídeos isolados	Atividade citotóxica contra as linhas de células humanas JMAR, MDA1986, DR081-1, B16F10, SKMEL28, Hs578T e MRC5 <i>in vitro</i> .	Zhang et al., (2012)
	Caule	Extrato metanólico e fração de diclorometano	Atividade antimicrobiana contra <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Enterococcus faecium</i> .	Salvat et al., (2001)
	*	Withaferin A	Atividades antiproliferativas, pró-apoptóticas e anti-angiogênicas em câncer multiforme de glioblastoma humano.	Grogan et al., (2013)

Fonte: Autores (2023).

Uma triagem fitoquímica envolvendo o extrato etanólico bruto da parte aérea de *A. arborescens* demonstrou a presença de consideráveis teores de alcaloides e taninos, com esteróis em menor proporção (MARÍA et al., 2017). No estudo de Morantes et al., (2006) o extrato etanólico mostrou-se rico em vitanolídeos na fração de diclorometano, ésteres e ácidos graxos na fração hexânica e flavonoides na fração butanólica, sendo que esteroides e triterpenoides estiveram presentes em todas as frações. Os metabólitos secundários relatados por Cordero et al., (2009) vão de acordo com os obtidos por Morantes et al., (2006), por também apresentar esteroides, terpenos, flavonoides e vitanolídeos. A citotoxicidade dos compostos de *A. arborescens* tem sido vastamente estudada devido à atividade antiproliferativa contra linhagens de células tumorais que alguns metabólitos secundários possuem, tais como as vitafisalinas (ROCHA et al., 2006).

Vitanolídeos são um grupo de lactonas esteroides complexos naturais, isoladas de alguns poucos gêneros de Solanaceae, incluindo o gênero *Acnistus* (CORDERO et al., 2009; CHATAING et al., 2009). Estudos fitoquímicos de *A. arborescens* levaram ao

isolamento de vários novos compostos vitanolídeos. Essa classe de metabólitos têm sido objeto de interesse de pesquisa em vista de seus potenciais farmacológicos que englobam atividades antitumorais, tripanocidas, leishmanicidas, antimicrobianas, anti-inflamatórias, imunorregulatórias, regeneração neurítica e reconstrução sináptica (PIGATTO et al., 2014). Ecologicamente, o vitanolídeos exibem atividade como impedimentos alimentares, como inseticidas e antagonistas de ecdisteroides, e parecem ser significativos como parte do arsenal de defesa química das plantas solanáceas (MINGUZZI et al., 2002).

Physalis angulata, conhecido popularmente por ‘camapô’, ‘camapú’, ‘canapú’ ou ‘balãozinho’, é um arbusto anual ramificado, nativa da região amazônica, que foi amplamente introduzida em muitas regiões tropicais e subtropicais (JANUÁRIO et al., 2002; BASTOS et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2020). Essa planta costuma ser usada como medicamento tradicional para o tratamento de asma, malária, dermatite, câncer, como analgésico, antirreumático e para dores de garganta e abdominais, sendo também considerado antipirético, antidiurético e anti-inflamatório (HSEU et al., 2011; WU et al., 2012; LIN et al., 2020).

O fruto da *P. angulata* é conhecido por ser um alimento delicioso, amplamente apreciado pelos consumidores brasileiros. No entanto, a espécie ainda despende moderada importância para a economia do país (JANG et al., 2016). Atualmente, o rápido crescimento da demanda mundial pela produção de *Physalis* está associado às suas características nutraceuticas e medicinais, representando um mercado emergente de importância econômica (LUCHESE et al., 2015; CORAZZA et al., 2018).

Diversos estudos comprovaram as propriedades biológicas dessa espécie, corroborando o seu uso tradicional, destacando-se aqueles relativos às atividades citotóxicas, anti-inflamatórias, antiparasitárias e antimicrobianas (Tabela 2). Também, certos compostos presentes nessa planta podem melhorar a qualidade de vida dos indivíduos que os recebem (SUN et al., 2011). Em seu estudo, Choi e Hwang (2005) mostraram que a ingestão da planta por ratos resulta no aumento da atividade das enzimas antioxidantes e do HDL-colesterol, e diminuição do malondialdeído, o que pode reduzir o risco de doenças inflamatórias e cardíacas.

A predominância de esteroides em *P. angulata* é marcante nas análises fitoquímicas. A literatura relata diversos vitaesteroides, tais como vitanolidos, fisangulatinas, fisalucosídeo, vitafisalinas e compostos análogos (SUN et al., 2016a;

ANH et al., 2020), e confirma ainda que os subtipos fisalina e normais de vitanolido são os principais constituintes bioativos da espécie (SUN et al., 2016b). Análises por cromatografia líquida de ultraeficiência acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (UPLC-MSE) e a espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) dos extratos de *P. angulata* revelaram a presença de ácido fenólico, flavonoides, chalconas, cumarinas, outros compostos fenólicos, compostos relacionados com aminoácidos, açúcares, antracenosídeos, carboidratos e compostos relacionados com ácidos graxos e terpenoides (ABDUL-NASIR-DEEN et al., 2020; LIMA et al., 2020). Ferreira et al., (2019) observaram que nos extratos metanólicos de folhas, raízes, caules e frutos estavam presentes esteroides e terpenoides, sendo que as saponinas eram exclusivas das frutas. Contudo, os autores não detectaram flavonoides, antraquinonas e alcaloides em todas as partes das plantas. Outras análises fitoquímicas por HPLC demonstraram que os frutos são ricos em rutina, mangiferina e ácidos gálico, elágico, ferúlico, p-hidroxibenzóico, p-cumárico, sinápico e cafeico, e que os mesmos também exercem atividade antioxidante substancialmente maior do que outras frutas tradicionalmente consideradas antioxidantes, como mamão, abacaxi e ameixa (CORAZZA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020). Assim, os dados de nutrição, propriedades antioxidantes e toxicidade dos extratos de *P. angulata* fornecem para o uso de produtos alimentares funcionais e um importante ingrediente farmacêutico (IWANSYAH et al., 2019; NGUYEN; VO, 2020).

Physalis pubescens, popularmente conhecida como bucho-de-rã, é uma PANC que produz frutos nutritivos, saudáveis e aromáticos de sabor agradável que varia do ácido ao doce. Essa espécie está distribuída principalmente nas regiões tropicais e temperadas da América e nas regiões temperadas da Europa e Ásia (BOLSON et al., 2015; VALDIVIA-MARES et al., 2016; XIA et al., 2017; CHEN et al., 2020).

No Brasil, *P. pubescens* é usada tradicionalmente para tratar doenças do trato urinário, do sistema nervoso central, ginecológicas, gastrointestinais, musculoesqueléticas, articulares e outras doenças infecciosas (BOLSON et al., 2015). Conforme Zimmes et al., (2020), no Brasil ainda são escassas as informações sobre a caracterização dos frutos de *P. pubescens*, sendo que os principais estudos sobre a espécie se concentram na farmacologia e na agronomia. De forma geral, as buscas nos bancos de dados mostraram que essa planta se destaca pelas suas atividades citotóxicas e anti-inflamatórias (Tabela 2).

Análises fitoquímicas mostraram que *P. pubescens* é rica em esteroides vitanolídeos, flavonoides, alcaloides, ácidos graxos e outros metabólitos (LUO et al., 2015; WEN et al., 2019; CHEN et al., 2019; CHEN et al., 2020; WANG et al., 2020). Outros trabalhos indicaram a presença de proteínas, fibras, minerais, lipídios e elevadas quantidades de açúcares solúveis, que conferem sabor agradável, menor acidez e maior doçura à espécie, o que revela um recurso selvagem de excelentes propriedades nutricionais que podem contribuir para a nutrição humana (VALDIVIA-MARES et al., 2016). Conforme Zimmer et al., (2020), a fruta possui características ácidas, além de uma presença considerável de lipídios e carboidratos, contendo alto teor de carotenóides, compostos fenólicos e ácidos fenólicos. Os autores também observaram, que os frutos de *P. pubescens* são nutritivos, apresentam leve acidez e são uma fonte rica em compostos bioativos. Entre os principais compostos bioativos estão os carotenoides, os compostos fenólicos e o ácido ascórbico. Wen et al., (2017) identificaram 33 carotenoides por HPLC-DAD-APCI-MSn, sendo a maioria carotenoides dietéticos nutricionalmente relevantes, como o β -caroteno e a luteína.

Vassobia breviflora, espécie conhecida pelo nome popular de esporão-de-galo, é um arbusto espinhoso difundido com flores pequenas, roxas, campanuladas e glabras (SAMADI et al., 2010). Essa espécie compreendeu a menor quantidade de estudos científicos encontrados (Tabela 1), sendo que a maioria destes inferiram a citotoxicidade de lactonas esteroides sobre células cancerígenas humanas (Tabela 2). Não foram encontradas informações sobre o perfil fitoquímico completo ou potencial nutricional da espécie. Tornam-se necessários, portanto, novos e mais aprofundados estudos acerca da espécie *V. breviflora*, sobretudo quanto a sua química e toxicidade, para que a mesma possa ser explorada na alimentação humana.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as plantas alimentícias não convencionais aqui abordadas merecem maior atenção, tendo em vista suas potencialidades fitoquímicas, medicinais e nutricionais. A literatura mostra que as espécies são ricas em metabólitos secundários que podem ser úteis no tratamento e combate a diversas enfermidades, sobretudo contra o câncer, inflamações e doenças microbiológicas. Apesar da notável citotoxicidade contra células cancerígenas, nenhum estudo apontou toxicidade contra células humanas normais. As espécies, com exceção de *V. breviflora* que ainda não foi amplamente estudada,

também se mostram nutritivas e seguras para consumo humano. Tais resultados indicam o potencial desses vegetais no desenvolvimento de alimentos funcionais, fármacos e outros produtos alimentícios.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-NASIR-DEEN, A. Y.; BOAKYE, Y. D.; OSAFO, N.; AGYARE, C.; BOAMAH, D.; BOAMAH, V. E.; AGYEI, E. K. Anti-inflammatory and wound healing properties of methanol leaf extract of *Physalis angulata* L. **South African Journal of Botany**, v. 133, p. 124–131, 2020.
- ADEWOYE, E. O.; OGUNTOLA, M. A.; IGE, A. O. Anti-oxidative and reno-restorative effects of *Physalis angulata* (whole plant extract) in alloxan-induced diabetic male Wistar rats. **African Journal of Medicine and Medical Sciences**, v. 45, p. 99-108, 2016.
- ADNYANA, I. K.; YULINAH, E.; MAEISTUTI, N.; SETIAWAN, F. Evaluation of ethanolic extracts of mullaca (*Physalis Angulata* L.) herbs for treatment of lupus disease in mice induced pristane. **Procedia Chemistry**, v. 13, p. 186–193, 2014.
- ANH, H. L. T.; LE BA, V.; DO, T. T.; PHAN, V. K.; PHAM THI, H. Y.; BACH, L. G.; TRAN, M. H.; TRAN THI, P. A.; KIM, Y. H. Bioactive compounds from *Physalis angulata* and their anti-inflammatory and cytotoxic activities. **Journal of Asian Natural Products Research**, p. 1–9, 2020.
- BAHADORI, M. B.; ZENGIN, G.; DINPARAST, L.; ESKANDANI, M. The health benefits of three Hedgenettle herbal teas (*Stachys byzantina*, *Stachys inflata*, and *Stachys lavandulifolia*) - profiling phenolic and antioxidant activities. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 36, 101134, 2020.
- BASTOS, G. N. T.; SILVEIRA, A. J. A.; SALGADO, C. G.; PICANÇO-DINIZ, D. L. W.; DO NASCIMENTO, J. L. M. *Physalis angulata* extract exerts anti-inflammatory effects in rats by inhibiting different pathways. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 118, n. 2, p. 246-251, 2008.
- BASTOS, G. N. T.; SANTOS, A. R.; FERREIRA, V. M.; COSTA, A. M.; BISPO, C. I.; SILVEIRA, A. J.; DO NASCIMENTO, J. L. Antinociceptive effect of the aqueous extract obtained from roots of *Physalis angulata* L. on mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 103, n. 2, p. 245, 2006.
- BATISTA, P. H. J.; DE LIMA, K. S.; PINTO, F. C. L.; TAVARES, J. L.; UCHOA, D. E. A.; COSTA-LOTUFO, L. V.; ROCHA, D. D.; SILVEIRA, E. R.; BEZERRA, A. M.; CANUTO, K. M.; PESSOA, O. D. Withanolides from leaves of cultivated *Acnistus arborescens*. **Phytochemistry**, v. 130, p. 321–327, 2016.
- BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. Potencial nutricional e antioxidantes das plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-11, 2020.
- BOLSON, M.; HEFLER, S. M.; DALL'OGGIO CHAVES, E. I.; GASPAROTTO JUNIOR, A.; CARDOZO JUNIOR, E. L. Ethno-medicinal study of plants used for treatment of human ailments, with residents of the surrounding region of forest fragments of Paraná, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 161, p. 1–10, 2015.
- CARVALHO, M. S. S.; CARDOSO, M. G.; RESENDE, L. V.; GOMES, M. S.; ALBUQUERQUE, L. R. M.; GOMES, A. C. S.; SALES, T. A.; CAMARGO, K. C.; NELSON, D. L.; COSTA, G. M.; ESPÓSITO, M. A.; SILVA, L. F. L. Phytochemical screening, extraction of essential oils and antioxidante activity of five species of unconventional vegetables. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 16, p. 2632-2639, 2015.
- CASTRO, D. P.; MORAES, C. S.; GONZALEZ, M. S.; RIBEIRO, I. M.; TOMASSINI, T. C.; AZAMBUJA, P.; GARCIA, E. S. Physalin B inhibits *Trypanosoma cruzi* infection in the gut of *Rhodnius*

prolixus by affecting the immune system and microbiota. **Journal of Insect Physiology**, v. 58, n. 12, p. 1620–1625, 2012.

CHATAING, B.; USUBILLAGA, A.; PÉREZ M. C.; MÉNDEZ, R. Cytotoxic activity of acnistins upon human cancer cells. **Ciencia**, v. 17, n. 2, p. 113-123, 2009.

CHEN, L.; XIA, G. Y.; HE, H.; HUANG, J.; QIU, F.; ZI, X. L. New withanolides with TRAIL-sensitizing effect from *Physalis pubescens* L. **RSC Advances**, v. 6, n. 58, p. 52925-52936, 2016b.

CHEN, L.; XIA, G.; QIU, F.; WU, C.; DENMON, A. P.; ZI, X. Physapubescin selectively induces apoptosis in VHL-null renal cell carcinoma cells through downregulation of HIF-2 α and inhibits tumor growth. **Scientific Reports**, v. 6, n. 32582, p. 1-12, 2016a.

CHEN, X.; LI, X.; ZHANG, X.; YOU, L.; CHEUNG, P. C.; HUANG, R.; XIAO, J. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic activities of a polysaccharide from *Physalis pubescens* L. in streptozotocin (STZ)-induced diabetic mice. **Food & function**, v. 10, n. 8, p. 4868-4876, 2019.

CHENG, L.; WU, C. R.; ZHU, L. H.; LI, H.; CHEN, L. X. Physapubescin, a natural withanolide as a kidney-type glutaminase (KGA) inhibitor. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 27, n. 5, p. 1243–1246, 2017.

CHOI, E. M.; HWANG, J. K. Effect of some medicinal plants on plasma antioxidant system and lipid levels in rats. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 5, p. 382–386, 2005.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro Região Sul. MMA, Brasília, Distrito Federal, 2011.

CORAZZA, G. O.; BILIBIO, D.; ZANELLA, O.; NUNES, A. L.; BENDER, J. P.; CARNIEL, N.; SANTOS, P. P.; PRIAMO, W. L. Pressurized liquid extraction of polyphenols from Goldenberry: Influence on antioxidant activity and chemical composition. **Food and Bioproducts Processing**, v. 112, p. 63–68, 2018.

CORDERO, C. P.; MORANTES, S. J.; PÁEZ, A.; RINCÓN, J.; ARISTIZÁBAL, F. A. Cytotoxicity of withanolides isolated from *Acnistus arborescens*. **Fitoterapia**, v. 80, n. 6, p. 364–368, 2009.

DA SILVA, B. J. M.; DA SILVA, R. R. P.; RODRIGUES, A. P. D.; FARIAS, L. H. S.; DO NASCIMENTO, J. L. M.; SILVA, E. O. *Physalis angulata* induces death of promastigotes and amastigotes of *Leishmania (Leishmania) amazonensis* via the generation of reactive oxygen species. **Micron**, v. 82, p. 25–32, 2016.

DAI, C.; SHEN, L.; JIN, W.; LV, B.; LIU, P.; WANG, X.; YIN, Y.; FU, Y.; LIANG, L.; MA, Z.; ZHANG, X.; WANG, Y.; XU, D.; CHEN, Z. Physapubescin B enhances the sensitivity of gastric cancer cells to trametinib by inhibiting the STAT3 signaling pathway. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 408, p. 115-273, 2020.

DALTRO, S. R. T.; SANTOS, I. P.; BARROS, P. L.; MOREIRA, D. R. M.; TOMASSINI, T. C. B.; RIBEIRO, I. M.; DOS SANTOS, R. R.; MEIRA, C. S.; SOARES, M. B. P. *In vitro* and *in vivo* immunomodulatory activity of *Physalis angulata* concentrated ethanolic extract. **Planta Medica**, v. 87, n. 1-02, p. 160-168, 2020.

DAMU, A. G.; KUO, P. C.; SU, C. R.; KUO, T. H.; CHEN, T. H.; BASTOW, K. F.; LEE, K. H.; WU, T. S. Isolation, structures, and structure–cytotoxic activity relationships of withanolides and physalins from *Physalis angulata*. **Journal of Natural Products**, v. 70, n. 7, p. 1146–1152, 2007.

DEWI, S.; ISBAGIO, H.; PURWANINGSIH, E. H.; KERTIA, N.; SETIABUDY, R.; SETIATI, S. A Double-blind, randomized controlled trial of ciplukan (*Physalis angulata* Linn) extract on skin fibrosis, inflammatory, immunology, and fibrosis biomarkers in scleroderma patients. **Acta Medica Indonesiana**, v. 51, n. 4, p. 303-310, 2019.

- DING, W.; HU, Z.; ZHANG, Z.; MA, Q.; TANG, H.; MA, Z. Physapubescin B exhibits potent activity against human prostate cancer *in vitro* and *in vivo*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 43, p. 9504-9512, 2015.
- FAN, Y.; MAO, Y.; CAO, S.; XIA, G.; ZHANG, Q.; ZHANG, H.; QIU, F.; KANG, N. S5, a withanolide isolated from *Physalis pubescens* L., induces G2/M cell cycle arrest via the EGFR/P38 pathway in human melanoma A375 cells. **Molecules**, v. 23, n. 12, 3175, 2018.
- FERREIRA, L. M. S. L.; VALE, A. E.; SOUZA, A. J.; LEITE, K. B.; SACRAMENTO, C.; MORENO, M. L. V.; ARAÚJO, T. H.; SOARES, M. B. P.; GRASSI, M. F. R. Anatomical and phytochemical characterization of *Physalis angulata* L.: A plant with therapeutic potential. **Pharmacognosy Research**, v. 11, n. 2, p. 171-177, 2019.
- FENG, S.; ZHU, Y.; YU, C.; JIAO, K.; JIANG, M.; LU, J.; SHEN, C.; YING, Q.; WANG, H. Development of species-specific scar markers, based on a scot analysis, to authenticate *Physalis* (Solanaceae) species. **Frontiers in Genetics**, v. 9, n. 192, p. 1-10, 2018.
- GAO, C.; LI, R.; ZHOU, M.; YANG, Y.; KONG, L.; LUO, J. Cytotoxic withanolides from *Physalis angulata*. **Natural Product Research**, v. 32, n. 6, p. 676-681, 2017.
- GARAVITO, G.; RINCÓN, J.; ARTEAGA, L.; HATA, Y.; BOURDY, G.; GIMENEZ, A.; PINZÓN, R.; DEHARO, E. Antimalarial activity of some Colombian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 107, n. 3, p. 460-462, 2006.
- GROGAN, P. T.; SLEDER, K. D.; SAMADI, A. K.; ZHANG, H.; TIMMERMANN, B. N.; COHEN, M. S. Cytotoxicity of withaferin A in glioblastomas involves induction of an oxidative stress-mediated heat shock response while altering Akt/mTOR and MAPK signaling pathways. **Investigational New Drugs**, v. 31, n. 3, p. 545-557, 2013.
- GUIMARAES, E. T.; LIMA, M. L.; SANTOS, L. A.; RIBEIRO, I. M.; TOMASSINI, T. C. B.; SANTOS, R. R.; DOS SANTOS, W. L. C. SOARES, M. B. P. Activity of physalins purified from *Physalis angulata* in *in vitro* and *in vivo* models of cutaneous leishmaniasis. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 64, n. 1, p. 84-87, 2009.
- HE, Q. P.; MA, L.; LUO, J. Y.; HE, F. Y.; LOU, L. G.; HU, L. H. Cytotoxic withanolides from *Physalis angulata* L. **Chemistry & biodiversity**, v. 4, n. 3, p. 443-449, 2007.
- HSEU, Y. C. WU, C. R.; CHANG, H. W.; KUMAR, K. J.; LIN, M. K.; CHEN, C. S.; CHO, H. J.; HUANG, C. Y.; HUANG, C. Y.; LEE, H. Z.; HSIEH, W. T.; CHUNG, J. G.; WANG, H. M.; YANG, H. L. Inhibitory effects of *Physalis angulata* on tumor metastasis and angiogenesis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 135, n. 3, p. 762-771, 2011.
- HSIEH, W. T.; HUANG, K. Y.; LIN, H. Y.; CHUNG, J. G. *Physalis angulata* induced G2/M phase arrest in human breast cancer cells. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, n. 7, p. 974-983, 2006.
- HSU, C. C.; WU, Y. C.; FARH, L.; DU, Y. C.; TSENG, W. K.; WU, C. C.; CHANG, F. R. Physalin B from *Physalis angulata* triggers the NOXA-related apoptosis pathway of human melanoma A375 cells. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 3-4, p. 619-624, 2012.
- HWANG, J. K.; SHIM, J. S.; CHUNG, J. Y. Anticariogenic activity of some tropical medicinal plants against *Streptococcus mutans*. **Fitoterapia**, v. 75, n. 6, p. 596-598, 2004.
- IWANSYAH1, A. C.; JULIANTI, W. P.; LUTHFIYANTI, R. Characterization of nutrition, antioxidante properties, and toxicity of *Physalis angulata* L. plant extract. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 12, n. 11, p. 95-99, 2019.
- JACOB, M. C. M. Biodiversidade de plantas alimentícias não convencionais em uma horta comunitária com fins educativos. **Demetra**, v. 15, e43568, p. 1-18, 2020.

- JANG, Y.; WANG, Z.; LEE, J. M.; LEE, J. Y.; LIM, S. S. Screening of Korean natural products for anti-adipogenesis properties and isolation of kaempferol-3-o-rutinoside as a potent anti-adipogenetic compound from *Solidago virgaurea*. **Molecules**, v. 21, n. 2, p. 226, 2016.
- JANUÁRIO, A. H.; FILHO, E. R.; PIETRO, R. C.; KASHIMA, S.; SATO, D. N.; FRANÇA, S. C. Antimycobacterial Physalins from *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Phytotherapy Research**, v. 16, n. 5, p. 445–448, 2002.
- JUNIOR, L. D. A.; QUAGLIO, A. E. V.; COSTA, C. A. R. A.; DI STASI, L. C. Intestinal anti-inflammatory activity of Ground Cherry (*Physalis angulata* L.) standardized CO phytopharmaceutical preparation. **World Journal of Gastroenterology**, v. 23, n. 24, p. 4369–4380, 2017.
- KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C. K.; BRACK, P.; DA SILVA, D. D. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. 1. ed.. Porto Alegre: EDUEFS, 2015.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2014.
- LEE, H. Z.; LIU, W. Z.; HSIEH, W. T.; TANG, F. Y.; CHUNG, J. G.; LEUNG, H. W. Oxidative stress involvement in *Physalis angulata*-induced apoptosis in human oral cancer cells. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, n. 3, p. 561–70, 2009.
- LEE, S. W.; PAN, M. H.; CHEN, C. M.; CHEN, Z. T. Withangulatin I, a new cytotoxic withanolide from *Physalis angulata*. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, v. 56, n. 2, p. 234–236, 2008.
- LIBERATO, P. S.; LIMA, D. V. T.; SILVA, G. M. B. PANCs - Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environ. Smoke**, v. 2, n. 2, p. 102–111, 2019.
- LIMA, L. G. B.; MONTENEGRO, J.; ABREU, J. P.; SANTOS, M. C. B.; NASCIMENTO, T. P. D.; SANTOS, M. D. S.; FERREIRA, A. G.; CAMERON, L. C.; FERREIRA, M. S. L.; TEODORO, A. J. Metabolite profiling by UPLC-MSE, NMR, and antioxidant properties of amazonian fruits: mamey apple (*Mammea americana*), camapu (*Physalis angulata*), and uxi (*Endopleura uchi*). **Molecules**, v. 25, n. 2, p. 342, 2020.
- LIN, Y. H.; HSIAO, Y. H.; NG, K. L.; KUO, Y. H.; LIM, Y. P.; HSIEH, W. T. Physalin A attenuates inflammation through down-regulating c-Jun NH2 kinase phosphorylation/activator protein 1 activation and up-regulating the antioxidant activity. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 402, p. 115115, 2020.
- LUCHESE, C. L.; GURAK, P. D.; MARCZAK, L. D. F. Osmotic dehydration of *Physalis* (*Physalis peruviana* L.): evaluation of water loss and sucrose incorporation and the quantification of carotenoids. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 1128–1136, 2015.
- LUO, L. P.; CHENG, F. Q.; JI, L.; YU, H. Y. Chemical constituents of *Physalis pubescens*. **Medline**, v. 40, n. 22, p. 4424–4427, 2015.
- LUSAKIBANZA, M.; MESIA, G.; TONA, G.; KAREMERE, S.; LUKUKA, A.; TITS, M.; ANGENOT, L.; FRÉDÉRICH, M. *In vitro* and *in vivo* antimalarial and cytotoxic activity of five plants used in congolese traditional medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 129, n. 3, p. 402, 2010.
- MAGALHÃES, H. I. F.; VERAS, M. L.; TORRES, M. R.; ALVES, A. P.; PESSOA, O. D.; SILVEIRA, E. R.; COSTA-LOTUFO, L. V.; DE MORAES, M. O.; PESSOA, C. *In-vitro* and *in-vivo* antitumour activity of physalins B and D from *Physalis angulata*. **The Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 58, n. 2, p. 235–241, 2005.
- MARÍA, R.; SHIRLEY, M.; XAVIER, C.; JAIME, S.; DAVID, V.; ROSA, S.; JODIE, D. Preliminary phytochemical screening, total phenolic content and antibacterial activity of thirteen native species from Guayas province Ecuador. **Journal of King Saud University - Science**, v. 30, n. 4, p. 1–7, 2017.

- MENG, Q.; FAN, J.; LIU, Z.; LI, X.; ZHANG, F.; ZHANG, Y.; SUN, Y.; LI, L.; LIU, X.; HUA, E. Cytotoxic withanolides from the whole herb of *Physalis angulata* L.. **Molecules**, v. 24, n. 8, p. 1608, 2019.
- MINGUZZI, S.; BARATA, L. E. S.; SHIN, Y. G.; JONAS, P. F.; CHAI, H. B.; PARK, E. J.; PEZZUTO, J. M.; CORDELL, G. A. Cytotoxic withanolides from *Acnistus arborescens*. **Phytochemistry**, v. 59, n. 6, p. 635–641, 2002.
- NAGAFUJI, S.; OKABE, H.; AKAHANE, H.; ABE, F. Trypanocidal constituents in plants 4. Withanolides from the aerial parts of *Physalis angulata*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v. 27, n. 2, p. 193–197, 2004.
- NGUYEN, T. Q.; VO, T. S. Investigation of the anti-diabetic and antioxidant activities of *Physalis angulata* extract. **Tropical Journal of Natural Product Research**, v. 4, n. 6, p. 243–248, 2020.
- NOGUEIRA, R. C.; ROCHA, V. P.; NONATO, F. R.; TOMASSINI, T. C.; RIBEIRO, I. M.; DOS SANTOS, R. R.; SOARES, M. B. Genotoxicity and antileishmanial activity evaluation of *Physalis angulata* concentrated ethanolic extract. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 36, p. 1304–1311, 2013.
- OLIVEIRA, A. M.; MALUNGA, L. N.; PERUSSELLO, C. A.; BETA, T.; RIBANI, R. H. Phenolic acids from fruits of *Physalis angulata* L. in two stages of maturation. **South African Journal of Botany**, v. 131, p. 448–453, 2020.
- OSHO, A.; ADETUNJI, T.; FAYEMI, S. O.; MORONKOLA, D. O. Antimicrobial activity of essential oils of *Physalis angulata* L. **African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines**, v. 7, n. 4, p. 303–306, 2010.
- PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 303–326, 2001.
- PIETRO, R. C. L. R.; KASHIMA, S.; SATO, D. N.; JANUÁRIO, A. H.; FRANÇA, S. C. *In vitro* antimycobacterial activities of *Physalis angulata* L. **Phytomedicine**, v. 7, n. 4, p. 335–338, 2010.
- PIGATTO, S.; MENTZ, L. A.; SOARES, G. L. G. Chemotaxonomic characterization and chemical similarity of tribes/genera of the Solanoideae subfamily (Solanaceae) based on occurrence of withanolides. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 54, p. 40–47, 2014.
- PINTO, L. A.; MEIRA, C. S.; VILLARREAL, C. F.; VANNIER-SANTOS, M. A.; DE SOUZA, C. V.; RIBEIRO, I. M.; TOMASSINI, T. C.; GALVÃO-CASTRO, B.; SOARES, M. B.; GRASSI, M. F. Physalin F, a seco-steroid from *Physalis angulata* L., has immunosuppressive activity in peripheral blood mononuclear cells from patients with HTLV1-associated myelopathy. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 79, p. 129–134, 2016.
- PINTO, N. B.; MORAIS, T. C.; CARVALHO, K. M.; SILVA, C. R.; ANDRADE, G. M.; BRITO, G. A.; VERAS, M. L.; PESSOA, O. D.; RAO, V. S.; SANTOS, F. A. Topical anti-inflammatory potential of Physalin E from *Physalis angulata* on experimental dermatitis in mice. **Phytomedicine**, v. 17, n. 10, p. 740–743, 2010.
- REYES-REYES, E. M.; JIN, Z.; VAISBERG, A. J.; HAMMOND, G. B.; BATES, P. J. Physangulidine A, a withanolide from *Physalis angulata*, perturbs the cell cycle and induces cell death by apoptosis in prostate cancer cells. **Journal of Natural Products**, v. 76, n. 1, p. 2–7, 2013.
- RIVERA, D.; OCAMPO, Y.; FRANCO, L. A. *Physalis angulata* calyces modulate macrophage polarization and alleviate chemically induced intestinal inflammation in mice. **Biomedicines**, v. 8, n. 2, p. 1–24, 2020.
- ROCHA, D. D.; BALGI, A.; MAIA, A. I.; PESSOA, O. D.; SILVEIRA, E. R.; COSTA-LOTUFO, L. V.; ROBERGE, M.; PESSOA, C. Cell cycle arrest through inhibition of tubulin polymerization by withaphysalin F, a bioactive compound isolated from *Acnistus arborescens*. **Investigational new Drugs**, v. 30, n. 3, p. 959–966, 2012.

- ROCHA, D. D.; MILITÃO, G. C.; VERAS, M. L.; PESSOA, O. D.; SILVEIRA, E. R.; ALVES, A. P.; DE MORAES, M. O.; PESSOA, C.; COSTA-LOTUFO, L. V. Selective cytotoxicity of withaphysalins in myeloid leukemia cell lines versus peripheral blood mononuclear cells. **Life Sciences**, v. 79, n. 18, p. 1692-1701, 2006.
- ROUMY, V.; BIABIANY, M.; HENNEBELLE, T.; ALIOUAT EL, M.; POTTIER, M.; JOSEPH, H.; JOHA, S.; QUESNEL, B.; ALKHATIB, R.; SAHPAZ, S.; BAILLEUL, F. Antifungal and cytotoxic activity of withanolides from *Acnistus arborescens*. **Journal of Natural Products**, v. 73, n. 7, p. 1313–1317, 2010.
- Ruiz, P. G.; GARAVITO, G.; ACEBEY, C. L.; ARTEAGA, L.; PINZON, R.; GIMENEZ, T. A. Actividad leishmanicida y tripanocida de algunas plantas reportadas como medicinales en Colombia. **Biofarbo**, v. 7, p. 27-32, 2004.
- SALVAT, A.; ANTONNACCI, L.; FORTUNATO, R. H.; SUAREZ, E. Y.; GODOY, H. M. Screening of some plants from Northern Argentina for their antimicrobial activity. **Letters in Applied Microbiology**, v. 32, n. 5, p. 293-297, 2001.
- SAMADI, A. K.; TONG, X.; MUKERJI, R.; ZHANG, H.; TIMMERMANN, B. N.; COHEN, M. S. Withaferin A, a cytotoxic steroid from *Vassobia breviflora*, induces apoptosis in human head and neck squamous cell carcinoma. **Journal of Natural Products**, v. 73, n. 9, p. 1476–1481, 2010.
- SILVA, B. J.; RODRIGUES, A. P. D.; FARIAS, L. H. S.; HAGE, A. A. P.; DO NASCIMENTO, J. L. M.; SILVA, E. O. *Physalis angulata* induces *in vitro* differentiation of murine bone marrow cells into macrophages. **BMC Cell Biology**, v. 15, n. 1, p. 1-11, 2014.
- SILVA, B. J. M.; PEREIRA, S. W. G.; RODRIGUES, A. P. D.; DO NASCIMENTO, J. L. M.; SILVA, E. O. *In vitro* antileishmanial effects of *Physalis angulata* root extract on *Leishmania infantum*. **Journal of Integrative Medicine**, v. 16, n. 6, p. 404-410, 2018.
- Silva, L. F. L.; SOUZA, D. C.; RESENDE, L. V.; NASSUR, R. C. M. R.; SAMARTINI, C. Q.; GONÇALVES, W. M. Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1775-1787, 2018.
- SILVA, M. T. G.; SIMAS, S. M.; BATISTA, T. G. F. M.; CARDARELLI, P.; TOMASSINI, T. C. B. Studies on antimicrobial activity, *in vitro*, of *Physalis angulata* L. (Solanaceae) fraction and physalin B bringing out the importance of assay determination. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 7, p. 779–782, 2005.
- SISLEY, G. M. M.; HORNA, F. Y. M.; ISERN, F. R.; ARANDA-VENTURA, J.; VALLEJO, J. V. Actividad inmunoestimulante del extracto acuoso liofilizado de la planta entera de *Physalis angulata* L. en ratas albinas cepa Holtzman. **Revista Peruana de Medicina Integrativa**, v. 2, n. 1, p. 38-46, 2017.
- SOARES, J. C.; ROSALEN, P. L.; LAZARINI, J. G.; SARDI, J. C. O.; MASSARIOLI, A. P.; NANI, B. D.; FRANCHINBE, M.; ALENCAR, S. M. Phenolic profile and potential beneficial effects of underutilized Brazilian native fruits on scavenging of ROS and RNS, and anti-inflammatory and antimicrobial properties. **Food & Function**, v. 11, p. 8905-8917, 2020.
- SOARES, M. B. P.; BRUSTOLIM, D.; SANTOS, L. A.; BELLINTANI, M. C.; PAIVA, F. P.; RIBEIRO, Y. M.; TOMASSINI, T. C.; SANTOS, R. R. Physalins B, F and G, seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., inhibit lymphocyte function and allogeneic transplant rejection. **International immunopharmacology**, v. 6, n. 3, p. 408-414, 2006.
- STEINBRUECK, C.; MORA-UGALDE, N.; MORALES, C.; LOIAZA, R.; GARCÍA-PIÑERES, A. J.; ARAYA, J. J. Bioassay-guided isolation of anti-inflammatory O-sulfated withanolides from *Acnistus arborescens* (Solanaceae). **Phytochemistry Letters**, v. 29, p. 190–194, 2019.

SUN, C. P.; KUTATELADZE, A. G.; ZHAO, F.; CHEN, L. X.; QIU, F. A novel withanolide with an unprecedented carbon skeleton from *Physalis angulata*. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 15, n. 5, p. 1110–1114, 2016b.

SUN, C. P.; QIU, C. Y.; YUAN, T.; NIE, X. F.; SUN, H. X.; ZHANG, Q.; LI, H. X.; DING, L. Q.; ZHAO, F.; CHEN, L. X.; QIU, F. Antiproliferative and anti-inflammatory withanolides from *Physalis angulata*. **Journal of Natural Products**, v. 79, n. 6, p. 1586–1597, 2016a.

SUN, C. P.; OPPONG, M. B.; ZHAO, F.; CHEN, L. X.; QIU, F. Unprecedented 22,26-seco physalins from *Physalis angulata* and their anti-inflammatory potential. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 15, n. 41, p. 8700–8704, 2017.

SUN, L.; ZHOU, L.; CHEN, M.; ZHONG, R.; LIU, J. Amelioration of systemic lupus erythematosus by withangulatin A in MRL/lpr mice. **Journal of Cellular Biochemistry**, v. 112, n. 9, p. 2376–2382, 2011.

SVOBODOVÁ, B.; KUBAN, V. Solanaceae: a family well-known and still surprising. In: PETROPOULOS, S. A.; FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L. **Phytochemicals in Vegetables**. p. 296–372, 2018.

VALDIVIA-MARES, L. E.; ZARAGOZA, F. A. R.; GONZÁLEZ, J. J. S.; VARGAS-PONCE, O. Phenology, agronomic and nutritional potential of three wild husk tomato species (*Physalis*, Solanaceae) from Mexico. **Scientia Horticulturae**, v. 200, p. 83–94, 2016.

VERAS, M. L.; BEZERRA, M. Z.; LEMOS, T. L.; UCHOA, D. E.; BRAZ-FILHO, R.; CHAI, H. B.; CORDELL, G. A.; PESSOA, O. D. Cytotoxic withaphysalins from the leaves of *Acnistus arborescens*. **Journal of Natural Products**, v. 67, n. 4, p. 710–713, 2004.

VIEIRA, N. C.; ESPÍNDOLA, L. S.; SANTANA, J. M.; VERAS, M. L.; PESSOA, O. D.; PINHEIRO, S. M.; DE ARAÚJO, R. M.; LIMA, M. A.; SILVEIRA, E. R. Trypanocidal activity of a new pterocarpan and other secondary metabolites of plants from Northeastern Brazil flora. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 16, n. 4, p. 1676–1682, 2008.

WANG, G.; XU, L.; LIU, W.; XU, W.; MU, Y.; WANG, Z.; HUANG, X.; LI, L. New anti-inflammatory withanolides from *Physalis pubescens* fruit. **Fitoterapia**, v. 146, n. 104692, 2020.

WEN, X.; HEMPEL, J.; SCHWEIGGERT, R. M.; NI, Y.; CARLE, R. Carotenoids and carotenoid esters of red and yellow *Physalis* (*Physalis alkekengi* L. and *P. pubescens* L.) fruits and calyces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 30, p. 6140–6151, 2017.

WEN, X.; ERŞAN, S.; LI, M.; WANG, K.; STEINGASS, C. B.; SCHWEIGGERT, R. M.; NI, Y.; CARLE, R. Physicochemical characteristics and phytochemical profiles of yellow and red *Physalis* (*Physalis alkekengi* L. and *P. pubescens* L.) fruits cultivated in China. **Food Research International**, v. 120, p. 389–398, 2019.

WU, C.; ZHENG, M.; GAO, S.; LUAN, S.; CHENG, L.; WANG, L.; LI, J.; CHEN, L.; LI, H. A natural inhibitor of kidney-type glutaminase: a withanolide from *Physalis pubescens* with potent anti-tumor activity. **Oncotarget**, v. 8, n. 69, p. 113516–113530, 2017.

WU, S. Y.; LEU, Y. L.; CHANG, Y. L.; WU, T. S.; KUO, P. C.; LIAO, Y. R.; TENG, C. M.; PAN, S. L. Physalin f induces cell apoptosis in human renal carcinoma cells by targeting nf-kappab and generating reactive oxygen species. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, e40727, 2012.

XIA, G.; HUANG, Y.; XIA, M.; WANG, L.; KANG, N.; DING, L.; CHEN, L.; QIU, F. A new eremophilane glycoside from the fruits of *Physalis pubescens* and its cytotoxic activity. **Natural Product Research**, v. 31, n. 23, p. 2737–2744, 2017.

YANG, K. Y.; WU, C. R.; ZHENG, M. Z.; TANG, R. T.; LI, X. Z.; CHEN, L. X.; LI, H. Physapubescin I from husk tomato suppresses SW1990 cancer cell growth by targeting kidney-type glutaminase. **Bioorganic Chemistry**, v. 92, 103186, 2019.

YANG, Y. J.; YI, L.; WANG, Q.; XIE, B. B.; DONG, Y.; SHA, C. W. Anti-inflammatory effects of physalin E from *Physalis angulata* on lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells through inhibition of NF- κ B pathway. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, v. 39, n. 2, p. 74-79, 2017.

YU, Y.; SUN, L.; MA, L.; LI, J.; HU, L.; LIU, J. Investigation of the immunosuppressive activity of Physalin H on T lymphocytes. **International Immunopharmacology**, v. 10, n. 3, p. 290-297, 2010.

ZENG, W.; WANG, Q.; CHEN, L.; HUANG, L.; ZHAO, X. Anticancer effect of PP31J isolated from *Physalis pubescens* L. in human cervical carcinoma cells. **American Journal of Translational Research**, v. 9, n. 5, p. 2466-2472, 2017.

ZHANG, A.; SAMADI, A. K.; COHEN, M. S.; TIMMERMANN, B. N. Antiproliferative withanolides from the Solanaceae: A structure-activity study. **Pure and Applied Chemistry**, v. 84, n. 6, p. 1353-1367, 2012.

ZHANG, Y.; CHEN, C.; ZHANG, Y. L.; KONG, L. Y.; LUO, J. G. Target discovery of cytotoxic withanolides from *Physalis angulata* var. *villosa* via reactivity-based screening. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 151, p. 194-199, 2017.

ZHAO, X.; LIU, H.; WU, Y.; HU, N.; LEI, M.; ZHANG, Y.; WANG, S. Intervention with the crude polysaccharides of *Physalis pubescens* L. mitigates colitis by preventing oxidative damage, aberrant immune responses, and dysbacteriosis. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 8, p. 2596-2607, 2020.

ZHAO, X.; HUANG, L.; XU, W.; CHEN, X.; SHEN, Y.; ZENG, W.; CHEN, X. Physapubescin B inhibits tumorigenesis and circumvents taxol resistance of ovarian cancer cells through STAT3 signaling. **Oncotarget**, v. 8, n. 41, p. 70130-70141, 2017.

ZIMMER, T. B. R.; OTERO, D. M.; ZAMBIAZI, R. C. Physicochemical and bioactive compounds evaluation of *Physalis pubescens* Linnaeus. **Revista Ceres**, v. 67, n. 6, p. 432-438, 2020.