

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/09/2023.

Diversidade de alcaloides e atividade antifúngica de acessos de
Annona emarginata (Schltdl.) H. Rainer usados para enxertia de
Annona x atemoya Mabb. (atemoia)

GUSTAVO CABRAL DA SILVA

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas (Botânica) Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica Vegetal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Julio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU

Diversidade de alcaloides e atividade antifúngica de acessos de
Annona emarginata (Schltdl.) H. Rainer usados para enxertia de
Annona x atemoya Mabb. (atemoia)

GUSTAVO CABRAL DA SILVA

PROF^a DR^a GISELA FERREIRA

PROF. DR. MARIANO MARTÍNEZ-VÁZQUEZ

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas (Botânica), Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica Vegetal.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Silva, Gustavo Cabral da.

Diversidade de alcaloides e atividade antifúngica de
acessos de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer usados para
enxertia de *Annona* x *atemoya* Mabb. (atemoia)
/ Gustavo Cabral da Silva. - Botucatu, 2022

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de
Botucatu

Orientador: Gisela Ferreira

Coorientador: Mariano Martínez-Vázquez

Capes: 20303009

1. Anonacea. 2. Porta-enxertos. 3. Atividade antifúngica.
4. Alcalóides.

Palavras-chave: Annonaceae; Antracnose; Bioatividade;
Liriodenina; Porta-enxerto.

Dedico,

À minha amada mãe, Adaize Cabral da Silva, meu maior porto seguro.

“Olhar para trás após uma longa caminhada pode fazer perder a noção da distância que percorremos, mas se nos detivermos em nossa imagem, quando a iniciamos e ao término, certamente nos lembraremos o quanto nos custou chegar até o ponto final, e hoje temos a impressão de que tudo começou ontem. Não somos os mesmos, mas sabemos mais uns dos outros. E é por esse motivo que dizer adeus se torna complicado! Digamos então que nada se perderá. Pelo menos dentro da gente...”

João Guimarães Rosa

“A lua anda devagar, mas atravessa o mundo”

Mia Couto

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Adaize Cabral da Silva por me apoiar em todas as minhas escolhas, por todo esforço para me garantir bons estudos e o tão sonhado ingresso na Universidade Pública. Agradeço por confiar em mim, no meu esforço, e me dar todo o amor e carinho do mundo. À minha irmã Yasmim da Silva Souza agradeço por estar presente nas nossas vidas, você chegou pouco tempo antes d'eu me despedir de vocês e me aventurar em Botucatu, mas foi essencial para continuar a garantir o amor e o carinho que minha mãe tanto precisava. A vocês duas agradeço por aguardarem o meu retorno, vocês são meu porto seguro.

Agradeço ao meu pai por acreditar em mim e na minha escolha profissional, você contribuiu fortemente com a minha formação. À minha avó paterna Josefa Maria da Silva e ao meu avô materno José Cabral da Silva, que mesmo distantes estiveram sempre presentes em meu coração.

Agradeço aos amigos da República Ressaca, minha segunda família e fiéis escudeiros Emerson (Pipoka), Abner (Gabarro), Lycia (Brack Broc), Lucas (Mano), Philipe (Netinho), João Paulo (Muié), Alexandre (Dino), Filipe (Bad), Thiago (Pikeno), Leonardo (Baile), Vinícius (Fagá), Adriano (Spoke), Bruno Luiz (Habbudo), André (Zé), João Vitor (Xuliana) e (Ice Blue), vocês foram fundamentais e contribuíram demais para a minha formação pessoal e profissional, agradeço pelo excelente convívio, trocas de conhecimentos, companheirismo e risadas. Agradeço à minha dupla de amigos e agregados da Ressaca, Eduardo (Xuxa) e Victor (Raladin) por estaremos presentes em todos os maiores e melhores momentos de Botucatu.

Agradeço ao meu trio de amigas Ana Carolina (Sorriso), Larissa (Sei Nada) e Giovana (Ninfa). Vocês foram essenciais para a minha formação. À Sorriso por ser a minha fiel dupla e parceira de graduação, pelas várias caronas oferecidas, agradeço por estar sempre ao meu lado, seja nos horários de aulas, ou fora dos horários de aula e por proporcionar momentos inesquecíveis os quais eu jamais esquecerei. À Sei Nada por nunca desistir de mim, nos piores e melhores momentos você sempre estava ao meu lado, agradeço por criar tantos entretenimentos de qualidade nas nossas vidas (rsrs). À Ninfa por sempre nos salvar em diversas provas e trabalhos, pelos almoços oferecidos nas casas dos seus pais, pelas trocas de conhecimentos e leituras e por ser o orgulho do nosso trio.

Agradeço aos amigos da empresa JM Bioanálises, Sorriso, Gilmar (Mórula), Tamiris Paschoal, Thiago Lizier, Mariá Del Bianco e Inácia Botelho por tornarem os meus dias mais leves e pelos melhores cafés de todas as manhãs e todas as risadas durante os meus 3 anos de empresa. Vocês me enriqueceram de conhecimentos e contribuíram para a minha formação profissional.

Agradeço aos meus amigos de UNESP e Botucatu Natália (Manjar), Bruna (Violenta), Amanda (Atakda), Ana Luisa (Scar), Sávio (Massacration), Amanda (Xuxana), Marina (Tô Sussa), Romário (Carioca), Karina (Pingente), Evandro, Guto, Mônica, Háley, Bruna e Monique. Saibam que carrego um pedacinho de cada um de vocês dentro de mim.

Agradeço ao meu primeiro orientador Professor Doutor Erick José Ramo da Silva, por toda troca de conhecimentos, conversas, apoio e confiança desde o início da minha formação acadêmica. Me orgulho de ter sido um de seus primeiros orientados e do profissional o qual eu me tornei a partir de seus ensinamentos. Ao meu amigo Alan (Gillete), que além de dividir a mesma turma de graduação, também compartilhou a mesma orientação (Prof. Dr. Erick), agradeço por todos os conselhos e por me motivar a querer sempre mais e jamais desistir dos nossos objetivos.

Agradeço a minha orientadora Professora Doutora Gisela Ferreira pelos quase 4 anos de parceria, amizade, apoio, dedicação e por acreditar e confiar no meu trabalho. Agradeço também pela liberdade de criar e inovar projetos os quais me desafiavam mas que ao mesmo tempo me enriqueciam. Me sinto realizado pela minha escolha e pela conclusão deste trabalho, tendo a certeza de que fiz a escolha certa.

Agradeço ao meu coorientador Professor Doutor Mariano Martínez-Vázquez pela disponibilidade e profissionalismo e por ser sempre prestativo nos momentos que precisei.

Agradeço aos amigos de pós graduação, em especial Ana Beatriz por tornar nossos dias de laboratório mais leve, sempre alegrando as minhas manhãs e tardes. Ao Professor Doutor Felipe Giroto por toda troca de conhecimento e discussões científicas.

Agradeço ao Professor Doutor Iván De la-Cruz-Chacón por todas as aulas e cursos ministrados, e por contribuir com a minha formação profissional. Saiba que os seus ensinamentos foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Agradeço a Doutora Livia Macedo Dutra, Professor Doutor Felipe Moura Araujo da Silva e Professor Doutor Ricardo Harakava pela disponibilidade e paciência em me ajudar em todos os momentos deste trabalho. Vocês contribuíram fortemente e tiveram papel fundamental nos resultados deste trabalho.

Agradeço a Professora Doutora Carmen Sílvia Fernandes Boaro e Professora Doutora Elisabeth Orika Ono, por concederem espaço em seus laboratórios para a realização deste trabalho.

Agradeço aos professores que fizeram parte da banca de qualificação e defesa de mestrado por toda contribuição ao trabalho e discussões científicas.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88887.496397/2020-00.

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
3. CAPÍTULO I: Revisão da literatura	15
3.1. Família Annonaceae Juss	15
3.2. Gênero <i>Annona</i> L.....	16
3.2.1. <i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H. Rainer	18
3.2.2. <i>Annona x atemoya</i> Mabb	19
3.3. Metabolismo especializado	20
3.3.1. Alcaloides e o gênero <i>Annona</i>	22
3.4. Fungos fitopatogênicos e o gênero <i>Annona</i>	25
3.4.1. <i>Colletotrichum</i> spp	26
3.5. Porta-enxertos de <i>Annona</i>	27
3.6. Referências Bibliográficas	28
RESUMO.....	39
ABSTRACT	41
4.1. Introdução.....	43
4.2. Material e métodos.....	45
4.2.1. Material vegetal e delineamento experimental	45
4.2.2. Teste de germinação.....	46
4.2.3. Teste preliminar para obtenção de maior diversidade de alcaloides	46
4.2.4. Extração e quantificação de alcaloides totais	47
4.2.5. Análise por ESI-MS dos extratos de <i>Annona</i> spp. e tratamento quimiométrico dos dados	47
4.2.6. Ressonância Magnética Nuclear (RMN)	48
4.2.7. Análises quimiométricas.....	49
4.2.8. Teste de bioatividade.....	49
4.2.9. Análise dos resultados.....	50
4.3. Resultados e discussão.....	51
4.3.1. Teste de germinação.....	51
4.3.2. Teste de pH para obtenção de maior diversidade de alcaloides	52
4.3.3. Quantificação de alcaloides totais	54
4.3.4. Análise por ESI-MS das frações alcaloídicas e tratamento quimiométrico dos dados	55

4.3.5.	Perfil espectral das folhas e raízes de indivíduos jovens e adultos de <i>Annona emarginata</i>	59
4.3.6.	Metabólitos identificados nas folhas e raízes de indivíduos jovens e adultos de <i>Annona emarginata</i>	62
4.3.7.	Metabólitos identificados em indivíduos adultos de <i>Annona x atemoya</i> enxertada em <i>A. emarginata</i>	71
4.3.8.	Análises quimiométricas.....	72
4.3.8.1.	Análise de componentes principais (PCA) das amostras de <i>Annona emarginata</i>	72
4.3.8.2.	Análise de componentes principais (PCA) das amostras de indivíduos adultos de <i>Annona emarginata</i> e <i>Annona x atemoya</i> enxertada em <i>A. emarginata</i>	75
4.3.9.	Teste de bioatividade.....	79
4.4.	Conclusão	82
4.5.	Referências bibliográficas	82
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
6.	APÊNDICES	88

SILVA, G. C. DA. Diversidade de alcaloides e atividade antifúngica de acessos de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer usados para enxertia de *Annona x atemoya* Mabb. (atemoia). 2022. 91 p. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) - INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU (IBB-UNESP).

RESUMO - A diversidade de organismos vegetais no ambiente terrestre confere características próprias a cada espécie, que têm forte influência do metabolismo especializado das plantas, que pode ser modulado por fatores bióticos ou abióticos. Espécies da família Annonaceae sintetizam diversas moléculas do metabolismo especializadas como os alcaloides, que apresentam atividades biológicas e possuem importante papel nas funções fisiológicas, ecológicas e/ou evolutivas. O araticum de terra-fria (*Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer “terra-fria”) é considerado tolerante a patógenos, sendo utilizado como porta-enxerto para a atemoia (*Annona x atemoya* Mabb.), que apresenta suscetibilidade. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi encontrar diferenças na produção de alcaloides em acessos (indivíduos) de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer morfotipo ‘terra-fria’, a fim de selecionar porta-enxertos que apresentem tolerância a estresses bióticos, como aos fungos *Colletotrichum fructicola* e *C. theobromicola* causadores de antracnose em *Annona*, para que componham pomar de matrizes para a copa atemoia (*Annona x atemoya* Mabb.). Os alcaloides foram obtidos de plantas jovens (mudas) e adultas de 8 acessos de *Annona emarginata* (pé franco) e plantas adultas de *Annona x atemoya* enxertadas em *Annona emarginata*. A identificação foi realizada por espectroscopia de RMN (^1H , ^{13}C , COSY, HSQC e HMBC), espectrometria de massa (ESI-MS) e comparação de dados da literatura. A fim de avaliar capacidade reprodutiva dos acessos foram realizados testes de germinação. Os extratos alcaloidais foram utilizados em teste de bioatividade em cepas de *Colletotrichum fructicola* e *C. theobromicola*. Os testes de germinação permitiram selecionar acessos 2 e 4, com maior germinabilidade. Os acessos com maior concentração de alcaloides totais nas raízes foram 5 e 7. Entre os acessos foram detectados os alcaloides anonaina, asimilobina, liriodenina, nornuciferina, lisicamina, xylopina, oxoxylopina e reticulina. A abundância dos alcaloides anonaina e liriodenina foi maior em indivíduos jovens e a reticulina foi maior em indivíduos adultos. Os alcaloides lisicamina, nornuciferina e oxoxylopina foram reportados pela primeira vez para a espécie *Annona emarginata*. Os testes biológicos tiveram respostas promissoras, as raízes dos acessos 1, 2, 4, 5, 7 e controle (jovens), 2-7 e controle (adultos) de *Annona emarginata* e adultos de *Annona x atemoya* inibiram a atividade do fungo *C. fructicola*. Os acessos 2, 4 e 5 (jovens), 2 e controle (adultos) de raízes de *Annona emarginata* inibiram a atividade do fungo *C. theobromicola*. A partir dos resultados podemos concluir que o perfil de alcaloides não apresentou diferenças entre os acessos de *Annona emarginata*, porém

a espécie se mostrou promissora na bioprospecção de novas moléculas, bem como seus efeitos bioativos.

Palavras chave: Annonaceae, Antracnose, Bioatividade, Liriodenina e Porta-enxerto.

SILVA, G. C. DA. Alkaloid diversity and antifungal activity of accessions of *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer used for grafting of *Annona x atemoya* Mabb. (atemoia). 2022. 91 p. MASTER'S DISSERTATION – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) - BOTUCATU BIOCENCES INSTITUTE (IBB-UNESP).

ABSTRACT - The diversity of plant organisms in the terrestrial environment gives each species its own characteristics, which are strongly influenced by the specialized metabolism of plants, which can be modulated by biotic or abiotic factors. Species of the Annonaceae family synthesize several specialized metabolism molecules such as alkaloids, which have biological activities and play an important role in physiological, ecological and/or evolutionary functions. The terra-fria araticum ([*Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer “terra-fria”]) is considered tolerant to pathogens, being used as a rootstock for atemoya (*Annona x atemoya* Mabb.), which has susceptibility. Thus, the objective of this work was to find differences in alkaloid production in accessions (individuals) of *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer morphotype 'terra-fria', in order to select rootstocks that present tolerance to biotic stresses, as well as to the fungi *Colletotrichum fructicola* and *C. theobromicola* that cause anthracnose in *Annona*, to compose a matrix orchard for the atemoya canopy (*Annona x atemoya* Mabb.). The alkaloids were obtained from young (seedlings) and adult plants of 8 accessions of *Annona emarginata* (franco foot) and adult plants of *Annona x atemoya* grafted onto *Annona emarginata*. Identification was performed by NMR spectroscopy (^1H , ^{13}C , COSY, HSQC and HMBC), mass spectrometry (ESI-MS) and comparison of literature data. In order to evaluate the reproductive capacity of the accessions, germination tests were carried out. The alkaloid extracts were used in a bioactivity test in strains of *Colletotrichum fructicola* and *C. theobromicola*. The germination tests allowed the selection of accessions 2 and 4, with greater germinability. The accessions with the highest concentration of total alkaloids in the roots were 5 and 7. Among the accessions, the alkaloids anonaine, asimilobin, liriodenine, nornuciferine, lysicamine, xylopine, oxoxylopine and reticulín were detected. The abundance of anonaine and liriodenine alkaloids was higher in young individuals and reticulín was higher in adults. The alkaloids lysicamine, nornuciferine and oxoxylopine were reported for the first time for the species *Annona emarginata*. Biological tests had promising responses, the roots of accessions 1, 2, 4, 5, 7 and control (young), 2-7 and control (adults) of *Annona emarginata* and adults of *Annona x atemoya* inhibited the activity of the fungus *C. fructicola*. Accessions 2, 4 and 5 (young), 2 and control (adults) of *Annona emarginata* roots inhibited the activity of the fungus *C. theobromicola*. From the results we can conclude that the alkaloid profile did not show differences between the accessions of *Annona emarginata*, but the species showed promise in the bioprospecting of new

molecules, as well as their bioactive effects.

Key words: Annonaceae, Anthracnose, Bioactivity, Liriodenine and Rootstock.

1. INTRODUÇÃO

A variabilidade existente entre os organismos vegetais apresenta importante cenário a ser explorado, especialmente no que se refere a moléculas sintetizadas pelo metabolismo especializado. Metabólitos especializados possuem características e especificidades próprias, sendo muitas vezes associados à defesa das plantas, protegendo-as de invasões de patógenos, assegurando a sua manutenção e sobrevivência no ambiente (KROYMANN, 2011; PICHERSKY; LEWINSOHN, 2011).

Dentre a diversidade de espécies vegetais que sintetizam metabólitos especializados, a família Annonaceae tem grande importância. Além de serem economicamente importantes, devido à produção e comercialização de frutos, as espécies do gênero *Annona* têm sido bastante utilizadas na investigação fitoquímica, revelando a presença de metabólitos especializados, como os alcaloides (DE-LA-CRUZ-CHACÓN *et al.*, 2019; HONÓRIO *et al.*, 2021; SOUSA *et al.*, 2019). Em espécies como *Annona crassiflora*, *Annona macrophyllata* ($\equiv$ *Annona diversifolia*) e *Annona purpurea* foram identificados alcaloides como a anonaína, anoretina, xilopina, tetrahidropalmatrubina, estefalagina, talifolina, lirinidina, liriodenina, entre outros (DE-LA-CRUZ-CHACÓN *et al.*, 2019; DE LA CRUZ CHACÓN; GONZÁLEZ-ESQUINCA, 2012; HONÓRIO *et al.*, 2021; PEÑA-HIDALGO *et al.*, 2021).

Cabe observar que embora as várias espécies da família Annonaceae sejam ricas em metabólitos especializados, diversas apresentam suscetibilidade a pragas e doenças que afetam raízes, caules, folhas, flores e frutos, como por exemplo a atemoia (*Annona x atemoya*) que é suscetível aos fungos causadores da antracnose (*Colletotrichum* spp.), sendo responsáveis por perdas todos os anos na produção agrícola (BASHA; BEGUM; RAGHAVENDRA, 2014; JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2014).

Dessa forma o uso de porta-enxertos tolerantes ao ataque de pragas e doenças representa alternativa para reduzir os prejuízos em espécies dessa família (ZACARONI *et al.*, 2014). A *Annona emarginata* tem sido bastante utilizada como porta-enxerto para *Annona x atemoya* devido a sua tolerância a pragas e doenças, além de apresentar adaptações ambientais, especialmente quanto a estresse por restrição hídrica (BETTIOL NETO *et al.*, 2006; MANTOAN *et al.*, 2016). Neste contexto, encontrar variações no perfil de alcaloides em diferentes espécies ou acessos que estejam relacionadas à tolerância a patógenos, permitirá a obtenção de matrizes mais adequadas para a produção de mudas, além da identificação de metabólitos específicos da relação patógeno-hospedeiro.

Neste contexto, considerando-se a importância do metabolismo especializado na prospecção de moléculas bioativas e na compreensão de processos fisiológicos relacionados a

mecanismos de defesa das plantas e a possibilidade de associação destes conhecimentos na prática de produção de mudas de qualidade, foi desenvolvido este trabalho com o objetivo de encontrar diferenças na produção de alcaloides em acessos (indivíduos) de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer morfotipo ‘terra-fria’, a fim de selecionar porta-enxertos para compor plantio de matrizes para a copa atemoia (*Annona x atemoya* Mabb.) e que apresentem tolerância a estresses bióticos, como aos fungos *Colletotrichum fructicola* e *C. theobromicola*. Nossa hipótese é de que as espécies tolerantes (*Annona emarginata*) apresentam diferenças químicas no perfil de alcaloides, quando comparadas a espécies suscetíveis (*Annona x atemoya*) bem como efeito inibitório contra cepas de *Colletotrichum fructicola* e *C. theobromicola*.

2. OBJETIVOS

3.6. Referências Bibliográficas

AGUILAR-HERNÁNDEZ, Gabriela *et al.* Ultrasound-assisted extraction of total acetogenins from the soursop fruit by response surface methodology. **Molecules**, [S. l.], v. 25, n. 5, p. 1–10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules25051139>

AL-GHAZZAWI, Adel M. Anti - cancer activity of new benzyl isoquinoline alkaloid from Saudi plant *Annona squamosa*. **BMC Chemistry**, [S. l.], p. 1–6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13065-019-0536-4>

AL KAZMAN, Bassam S. M.; HARNETT, Joanna E.; HANRAHAN, Jane R. The phytochemical constituents and pharmacological activities of *Annona atemoya*: A systematic

- review. **Pharmaceuticals**, [S. l.], v. 13, n. 10, p. 1–16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ph13100269>
- ÁLVAREZ, Elizabeth *et al.* Diversity and pathogenicity of *Colletotrichum* species isolated from soursop in Colombia. **European Journal of Plant Pathology**, [S. l.], v. 139, n. 2, p. 319–332, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0388-7>
- ANAYA-ESPARZA, Luis M. *et al.* Annonas: Underutilized species as a potential source of bioactive compounds. **Food Research International**, [S. l.], v. 138, n. October, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109775>
- BASHA, S. Ameer; BEGUM, A. Sajeli; RAGHAVENDRA, G. Effect of *Annona muricata*, *Abutilon indicum* and *Evolvulus alsinoides* extract on spore germination of sorghum grain mold fungi. **International Journal of Bio-resource and Stress Management**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 102, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5958/j.0976-4038.5.1.020>
- BETTIOL NETO, José Emílio *et al.* Enraizamento de estacas dos porta-enxertos Araticum-de-Terra-Fria (*Rollinia* sp.) e Araticum-Mirim (*Rollinia emarginata* Schltdl.) para anonáceas. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 30, n. 6, p. 1077–1082, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542006000600005>
- BORGES, Rafaela C. F. *et al.* *Colletotrichum* siamense as a causal agent of leaf anthracnose in seedlings of *Annona muricata* in nurseries from the Federal District, Brazil. **Journal of Plant Diseases and Protection**, [S. l.], v. 128, n. 2, p. 583–588, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00406-x>
- CANNON, P. F. *et al.* *Colletotrichum* - current status and future directions. **Studies in Mycology**, [S. l.], v. 73, p. 181–213, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3114/sim0014>
- CASTRO-MORENO, Marisol *et al.* Influence of seasonal variation on the phenology and liriiodenine content of *Annona lutescens* (Annonaceae). **Journal of Plant Research**, [S. l.], v. 126, n. 4, p. 529–537, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10265-013-0550-x>
- CHATROU, Lars W. *et al.* A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [S. l.], v. 169, n. 1, p. 5–40, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01235.x>
- CHATROU, Lars W. *et al.* A linear sequence to facilitate curation of herbarium specimens of Annonaceae. **Kew Bulletin**, [S. l.], v. 73, n. 3, p. 1–10, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12225-018-9764-3>
- CHOWDHURY, Shadman Sakib *et al.* Screening of antidiabetic and antioxidant potential along with phytochemicals of *Annona* genus: a review. **Future Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 7, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00300-9>
- CORDEIRO, Nereida *et al.* Changes in the mesocarp of *Annona cherimola* Mill. “Madeira” during postharvest ripening. **Postharvest Biology and Technology**, [S. l.], v. 85, p. 179–184, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.05.014>
- CORTES, Diego *et al.* Nuevos fármacos inspirados en Annonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. spe1, p. 22–31, 2014. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500003>

COSTA, Emmanoel Vilaça *et al.* Trypanocidal activity of oxoaporphine and pyrimidine- β -carboline alkaloids from the branches of *Annona foetida* Mart. (Annonaceae). **Molecules**, [S. l.], v. 16, n. 11, p. 9714–9720, 2011 a. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules16119714>

COSTA, Emmanoel Vilaça *et al.* Chemical composition and antioxidant, antimicrobial, and larvicidal activities of the essential oils of *Annona salzmannii* and *A. pickelii* (Annonaceae). **Natural Product Communications**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 907–912, 2011 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1934578x1100600636>

COSTA, Emmanoel Vilaça *et al.* Antioxidant and antimicrobial activities of aporphinoids and other alkaloids from the bark of *Annona salzmannii* A. DC. (Annonaceae). **Natural Product Research**, [S. l.], v. 27, n. 11, p. 1002–1006, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2012.688044>

COSTA, Jaqueline F. O. *et al.* Species diversity of *Colletotrichum* infecting *Annona* spp. in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, [S. l.], v. 153, n. 1, p. 169–180, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01630-w>

COSTA, Paula Nepomuceno; BUENO, Silvana Sales Catarina; FERREIRA, Gisela. Germination phases of *Annona emarginata* (SCHLTDL.) H. Rainer seeds under different temperatures. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 253–260, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000025>

COUVREUR, Thomas L. P. *et al.* Keys to the genera of Annonaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [S. l.], v. 169, n. 1, p. 74–83, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01230.x>

DA CRUZ, Pedro Ernesto Oliveira *et al.* Chemical constituents from the bark of *Annona salzmannii* (Annonaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], v. 39, n. 4–6, p. 872–875, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.06.008>

DAMM, U. *et al.* The *Colletotrichum boninense* species complex. **Studies in Mycology**, [S. l.], v. 73, p. 1–36, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3114/sim0002>

DE-LA-CRUZ-CHACÓN, Iván *et al.* Spatio-Temporal Variation of Alkaloids in *Annona purpurea* and the Associated Influence on Their Antifungal Activity. **Chemistry and Biodiversity**, [S. l.], v. 16, n. 2, 2019 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800284>

DE-LA-CRUZ-CHACÓN, Iván *et al.* Antifungal activity in vitro of *Sapranthus microcarpus* (Annonaceae) against phytopathogens. **Acta Botanica Mexicana**, [S. l.], n. 126, p. 1–9, 2019 b. Disponível em: <https://doi.org/10.21829/ABM126.2019.1420>

DE ALMEIDA, Luis Felipe Paes; DE ALENCAR, Cristina Miranda; YAMANISHI, Osvaldo Kiyoshi. Propagação por enxertia de atemoia “Thompson” sobre espécies de *Rollinia*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 41, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452010005000058>

DE LA CRUZ-CHACÓN, Iván *et al.* Liriodenine, early antimicrobial defence in *Annona*

- diversifolia*. **Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences**, [S. l.], v. 66 C, n. 7–8, p. 377–384, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/znc-2011-7-809>
- DE LA CRUZ CHACÓN, I.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R. Liriodenine alkaloid in *Annona diversifolia* during early development. **Natural Product Research**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 42–49, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2010.533373>
- DE-LA-CRUZ-CHACÓN, I.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R. in ‘**Annonaceae: tópicos seleccionados**’, Eds. J. R. Guedes D. S. A., R. Goncalves D. O J., A. P. De-Oliveira, Editora CRV, Brasil, 2015, Cap. 12, p. 367.
- DE LEMOS, Eurico Eduardo Pinto. the Production of *Annona* Fruits in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. S1, p. 77–85, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500009>
- DE OLIVEIRA TELES, Maria Nazaré *et al.* Alkaloids from leaves of *Annona salzmännii* and *Annona vepretorum* (Annonaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], v. 61, p. 465–469, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2015.07.016>
- DEAN, Ralph *et al.* The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 414–430, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
- DÍAZ-GODÍNEZ, César *et al.* Anti-amoebic Activity of Leaf Extracts and Aporphine Alkaloids Obtained from *Annona purpurea*. **Planta Medica**, [S. l.], v. 86, n. 6, p. 425–433, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/a-1111-9566>
- DOLAB, Juan G. *et al.* The antimicrobial activity of *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer and most active isolated compounds against clinically important bacteria. **Molecules**, [S. l.], v. 23, n. 5, p. 1–14, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules23051187>
- DOS SANTOS, Ricardo C. *et al.* Bioactive extracts from *Annona hypoglauca*. **Chemical Engineering Transactions**, [S. l.], v. 64, p. 289–294, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3303/CET1864049>
- DURÁN-RUIZ, Claudia Azucena *et al.* Ontogenic synchronization of *Bephratelloides cubensis*, *Annona macrophyllata* seeds and acetogenins from Annonaceae. **Journal of Plant Research**, [S. l.], v. 132, n. 1, p. 81–91, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10265-018-01078-3>
- DUTRA, Livia Macedo *et al.* Chemical constituents from the leaves of *Annona pickelii* (Annonaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], v. 41, p. 115–118, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.12.011>
- EGYDIO-BRANDÃO, Apm; NOVAES, P.; SANTOS, Dyac. Alkaloids from *Annona*: Review from 2005 To 2016. **JSM Biochem Mol Biol**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 1031, 2017.
- EKSTEEN, D. *et al.* Mycelial growth inhibition of plant pathogenic fungi by extracts of South African plant species. **Annals of Applied Biology**, [S. l.], v. 139, n. 2, p. 243–249, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2001.tb00400.x>
- FACCHINI, Peter J. Alkaloid biosynthesis in plants: Biochemistry, cell biology, molecular

- regulation, and metabolic engineering applications. **Annual Review of Plant Biology**, [S. l.], v. 52, p. 29–66, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.52.1.29>
- FÉVRIER, Anne *et al.* Acetogenins and other compounds from *Rollinia emarginata* and their antiprotozoal activities. **Planta Medica**, [S. l.], v. 65, n. 1, p. 47–49, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/s-1999-13961>
- GOBBO-NETO, Leonardo; LOPES, Norberto P. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 374–381, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- GONZÁLEZ-ESQUINCA, Alma Rosa *et al.* Alkaloids and acetogenins in Annonaceae development: biological considerations. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. spe1, p. 01–16, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452014000500001>
- GUO, Xing *et al.* A mega-phylogeny of the Annonaceae: Taxonomic placement of five enigmatic genera and support for a new tribe, Phoenicantheae. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 1–11, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07252-2>
- GYESI, Joseph Nana; OPOKU, Rita; BORQUAYE, Lawrence Sheringham. Chemical Composition, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activities of the Essential Oils of the Leaves and Fruit Pulp of *Annona muricata* L. (Soursop) from Ghana. **Biochemistry Research International**, [S. l.], v. 2019, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/4164576>
- HASHIMOTO, T.; YAMADA, Y. Alkaloid biogenesis: Molecular aspects. **Annu.Rev.Plant Physiol.Plant Mol.Biol.**, [S. l.], v. 45, n. 22, p. 257–285, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.45.060194.001353>
- HERNÁNDEZ-GUERRERO, Sara Elena *et al.* Identification of Fungal Pathogens of Mango and Soursop Fruits Using Morphological and Molecular Tools and Their Control Using Papaya and Soursop Leaf and Seed Extracts. **International Journal of Agronomy**, [S. l.], v. 2020, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/8962328>
- HERNÁNDEZ, Librado Vidal *et al.* La situación de las annonaceae en México: Principales plagas, enfermedades y su control. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. SPEC. EDITION 1, p. 44–53, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500005>
- HONÓRIO, Ana Beatriz Marques *et al.* Impact of drought and flooding on alkaloid production in *Annona crassiflora* mart. **Horticulturae**, [S. l.], v. 7, n. 10, p. 1–14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100414>
- HUGHES, Erik H.; SHANKS, Jacqueline V. Metabolic engineering of plants for alkaloid production. **Metabolic Engineering**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 41–48, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/mben.2001.0205>
- JUNQUEIRA, Nilton Tadeu Vilela; JUNQUEIRA, Keize Pereira. Principais doenças de anonáceas no Brasil: Descrição e controle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. SPEC. EDITION 1, p. 55–64, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500006>
- JUSTINO, Allisson B. *et al.* Alkaloid and acetogenin-rich fraction from *Annona crassiflora*

fruit peel inhibits proliferation and migration of human liver cancer HepG2 cells. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 16, n. 7 July, p. 1–21, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250394>

KAMEI, SANDRA HIROMI *et al.* Identificação E Caracterização De Espécies Anonáceas No Estado De Alagoas. [S. l.], p. 209–216, 2014.

KAVATI, R. Porta-enxertos em anonáceas. In: Anonaceas: Propagação e produção de mudas. FERREIRA, G. et al. (Eds.). Botucatu: FEPAF, 2013.

KROYMANN, Juergen. Natural diversity and adaptation in plant secondary metabolism. **Current Opinion in Plant Biology**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 246–251, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2011.03.021>

LAURSEN, Tomas; MØLLER, Birger Lindberg; BASSARD, Jean Etienne. Plasticity of specialized metabolism as mediated by dynamic metabolons. **Trends in Plant Science**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 20–32, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.11.002>

LEISS, Kirsten A. *et al.* An overview of NMR-based metabolomics to identify secondary plant compounds involved in host plant resistance. **Phytochemistry Reviews**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 205–216, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11101-010-9175-z>

LEITE, Débora O. D. *et al.* *Annona* Genus: Traditional Uses, Phytochemistry and Biological Activities. **Current Pharmaceutical Design**, [S. l.], v. 26, n. 33, p. 4056–4091, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1381612826666200325094422>

LEITE, Grazianny Andrade *et al.* Portaenxertos e métodos de enxertia na produção de mudas de Atemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.). **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 34, n. 5, p. 2117–2128, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2117>

LEVORATO VINCHE, Adriele Dandara *et al.* Antifungal activity of liriodenine on agents of systemic mycoses, with emphasis on the genus paracoccidioides. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, [S. l.], v. 26, n. October 2020, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-9199-JVATITD-2020-0023>

LI, Haili *et al.* Comparative transcriptomic analysis of split and non-split atemoya (*Annona cherimola* Mill. × *Annona squamosa* L.) fruit to identify potential genes involved in the fruit splitting process. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 248, n. January, p. 216–224, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.017>

LOBÃO, A.Q.; Lopes, J.C.; Erkens, R.H.J.; Mendes-Silva, I.; Pontes Pires, A.F.; Silva, L.V.; Oliveira, M.L.B.; Johnson, D.; Mello-Silva, R. (in memoriam) 2020. Annonaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB110219>>. Acesso em: 10 jan. 2022

LOYOLA-VARGAS, Víctor Manuel; GALAZ-ÁVALOS, Rosa M.; KÚ-CAUICH, Roberto. *Catharanthus* biosynthetic enzymes: The road ahead. **Phytochemistry Reviews**, [S. l.], v. 6, n. 2–3, p. 307–339, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11101-007-9064-2>

LÚCIO, Ana Silvia Suassuna Carneiro *et al.* **Alkaloids of the Annonaceae: Occurrence and a Compilation of Their Biological Activities**. [S. l.: s. n.], v. 74E-book. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/bs.alkal.2014.09.002>

MAAS, Paul J. M. *et al.* Annonaceae from Central-eastern Brazil. **Rodriguesia**, [S. l.], v. 52, n. 80, p. 61–94, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-78602001528005>

MAJRASHI, Taghreed A. *et al.* In vitro cytotoxicity and neurotoxicity assessment of the alkaloidal constituents derived from *Asimina triloba* twigs. **South African Journal of Botany**, [S. l.], v. 140, p. 204–209, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.010>

MANNINO, Giuseppe *et al.* Chemical profile and biological activity of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) and atemoya (*Annona atemoya*) leaves. **Molecules**, [S. l.], v. 25, n. 11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules25112612>

MANTOAN, Luís Paulo Benetti *et al.* Photosynthetic adjustment after rehydration in *Annona emarginata*. **Acta Physiologiae Plantarum**, [S. l.], v. 38, n. 6, p. 1–11, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2171-1>

MANTOAN, Luís Paulo Benetti; FERREIRA, Gisela; BOARO, Carmen Silvia Fernandes. Chlorophyll a fluorescence in *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer plants subjected to water stress and after rehydration. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 184, p. 23–30, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.019>

MATSUURA, Hélio Nitta *et al.* Specialized Plant Metabolism Characteristics and Impact on Target Molecule Biotechnological Production. **Molecular Biotechnology**, [S. l.], v. 60, n. 2, p. 169–183, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12033-017-0056-1>

MENDES-SILVA, I.; Lopes, J.C.; Silva, L.V.; Oliveira, M.L.B. 2020a. *Annona* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB110235>>. Acesso em: 10 jan. 2022

MENDES-SILVA, I.; Lopes, J.C.; Silva, L.V.; Oliveira, M.L.B. 2020b. *Annona* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB110243>>. Acesso em: 10 jan. 2022

MORTON, J. F. Atemoya. In: **Fruits of warm climates**. Morton, J.F. Miami, 1987, Cap. 6, p. 72–75

NAIK, Aditi Venkatesh; SELLAPPAN, Krishnan. Chromatographic Fingerprint of Essential Oils in Plant Organs of *Annona muricata* L. (Annonaceae) using HPTLC . **Analytical Chemistry Letters**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 214–226, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/22297928.2020.1763197>

NEWMAN, David J.; CRAGG, Gordon M. Natural Products as Sources of New Drugs from 1981 to 2014. **Journal of Natural Products**, [S. l.], v. 79, n. 3, p. 629–661, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.5b01055>

NGUYEN, M. T. *et al.* Determination of the phytochemical screening, total polyphenols, flavonoids content, and antioxidant activity of soursop leaves (*Annona muricata* Linn.). **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [S. l.], v. 736, n. 6, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/736/6/062011>

NOVAES, Paula; FERREIRA, Marcelo J. Pen.; SANTOS, Deborah Yara Alves Cursino dos.

- Flavonols from *Annona coriacea* Mart. (Annonaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], v. 78, n. April, p. 77–80, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2018.04.006>
- NUGRAHA, Ari Satia *et al.* Anti-infective and anti-cancer properties of the *Annona* species: Their ethnomedicinal uses, alkaloid diversity, and pharmacological activities. **Molecules**, [S. l.], v. 24, n. 23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules24234419>
- OVILE MIMI, Carolina *et al.* Chemophenetics as a Tool for Distinguishing Morphotypes of *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer. **Chemistry and Biodiversity**, [S. l.], v. 18, n. 10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100544>
- PAREEK, Sunil *et al.* Postharvest physiology and technology of *Annona* fruits. **Food Research International**, [S. l.], v. 44, n. 7, p. 1741–1751, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.016>
- PEÑA-HIDALGO, Miguel *et al.* Alkaloids from the Leaves of *Annona crassiflora* and Their Cytotoxic Activity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 244–248, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s43450-021-00147-4>
- PHOULIVONG, S. *Colletotrichum* , naming , control , resistance , biocontrol of weeds and current challenges. [S. l.], p. 53–73, 2011.
- PICHERSKY, Eran; LEWINSOHN, Efraim. Convergent evolution in plant specialized metabolism. **Annual Review of Plant Biology**, [S. l.], v. 62, p. 549–566, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103814>
- RABÊLO, S. V. .. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activity of extracts from atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. SPEC. EDITION 1, p. 265–271, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500031>
- RABÊLO, Suzana V. *et al.* Alkaloids isolated from the leaves of atemoya (*Annona cherimola* × *Annona squamosa*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 419–421, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.07.006>
- RINALDI, Maria V. N. *et al.* Alkaloids and biological activity of beribá (*Annona hypoglauca*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 77–83, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.08.006>
- ROJAS, Enith I. *et al.* *Colletotrichum gloeosporioides* s.l. associated with *Theobroma cacao* and other plants in Panamá: Multilocus phylogenies distinguish host-associated pathogens from asymptomatic endophytes. **Mycologia**, [S. l.], v. 102, n. 6, p. 1318–1338, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3852/09-244>
- ROY, Arpita. A review on the alkaloids an important therapeutic compound from plants Antibacterial studies of medicinal plant View project. [S. l.], n. September, 2017. Disponível em: www.journalspub.com
- RUBIO-MELGAREJO, Alejandro *et al.* Phytochemical and Antioxidant Dynamics of the Soursop Fruit (*Annona muricata* L.) in response to *Colletotrichum* spp. **Journal of Food Quality**, [S. l.], v. 2020, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/3180634>

SÁ, Rafaela Damasceno *et al.* Oxalic acid content and pharmacobotany study of the leaf blades of two species of *Annona* (Annonaceae). **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, [S. l.], v. 253, n. January, p. 10–16, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.02.011>

SAITO, Maria Lucia; OLIVEIRA, Fernando De. Seasonal Variation of *Annona cacans* Warming Composition. [S. l.], v. 12, 1994.

SÃO JOSÉ, Abel Rebouças *et al.* Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 36, n. SPEC. EDITION 1, p. 86–93, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500010>

SCHÄFER, Holger; WINK, Michael. Medicinally important secondary metabolites in recombinant microorganisms or plants: Progress in alkaloid biosynthesis. **Biotechnology Journal**, [S. l.], v. 4, n. 12, p. 1684–1703, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/biot.200900229>

SOUSA, Marília Caixeta *et al.* The production of alkaloids in *Annona cacans* seedlings is affected by the application of GA4+7 + 6-Benzyladenine. **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], v. 84, n. April, p. 47–51, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2019.03.007>

STENZEL, Neusa Maria Colauro; MURATA, Ives Massanor; NEVES, Carmen Silvia Vieira Janeiro. Superação da dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 305–308, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452003000200031>

TAIZ, Lincon *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. [S. l.: s. n.], v. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 700 p.

TAMFU, Alfred Ngenge *et al.* Antibiofilm, antiquorum sensing and antioxidant activity of secondary metabolites from seeds of *Annona senegalensis*, Persoon. **Microbial Pathogenesis**, [S. l.], v. 144, n. October 2019, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104191>

TAMFU, Alfred Ngenge *et al.* Bioactive constituents from seeds of *Annona senegalensis* Persoon (Annonaceae). **Natural Product Research**, [S. l.], v. 35, n. 10, p. 1746–1751, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1634713>

UDAYANGA, Dhanushka *et al.* What are the common anthracnose pathogens of tropical fruits? **Fungal Diversity**, [S. l.], v. 61, n. 1, p. 165–179, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0257-2>

VENDRAMIN, Mayara Evelyn *et al.* Chemical constituents from the leaves of *Annona rugulosa* (Annonaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], v. 49, n. September 2009, p. 152–155, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2013.03.005>

VIEIRA, Willie Anderson Dos Santos *et al.* Optimal markers for the identification of *Colletotrichum* species. **Molecular phylogenetics and evolution**, [S. l.], v. 143, p. 106694, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106694>

VILA-NOVA, Nadjia Soares *et al.* Atividade leishmanicida e citotoxicidade de constituintes químicos de duas espécies de annonaceae cultivadas no Nordeste do Brasil. **Revista da**

Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, [S. l.], v. 44, n. 5, p. 567–571, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822011000500007>

WEIR, B. S.; JOHNSTON, P. R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology**, [S. l.], v. 73, p. 115–180, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3114/sim0011>

WINK, Michael. Plant Secondary Metabolism: Diversity, Function and its Evolution. [S. l.], v. 1, n. 4, p. 9–12, 2008.

XUE, Bine *et al.* A new annonaceae genus, wuodendron, provides support for a post-boreotropical origin of the Asian-neotropical disjunction in the tribe miliuseae. **Taxon**, [S. l.], v. 67, n. 2, p. 250–266, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.12705/672.2>

YANG, Li *et al.* Response of plant secondary metabolites to environmental factors. **Molecules**, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 1–26, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules23040762>

ZACARONI, Ana Beatriz *et al.* Desempenho agrônômico de gravioleira (*Annona muricata* L.) sobre diferentes espécies de porta-enxertos. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 5, 2014.