Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.06,2024

ISSN 2178-6925

RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ALELOPÁTICA DO ÓLEO FIXO DA POLPA de Caryocar villosum (Aubl.) Pers.

YIELD, CHEMICAL COMPOSITION AND ALLELOPATHIC ACTIVITY OF FIXED OIL FROM THE PULP of Caryocar villosum (Aubl.) Pers.

Mateus Feitosa Santos
Graduando em Farmácia- Universidade Federal do Amazonas
Grupo de Pesquisa em Produtos Naturais
Laboratório de fitoquímica e Semissíntese FITOPHAR-UFAM-FCF
Grupo de Pesquisa em Eletrocatálise e Química Bioinorgânica-UFRJ.
Email: mateusfeitosa035@gmail.com

Eldon Carlos dos Santos Colares
Farmacêutico- Instituto Esperança de Ensino Superior
Responsável Técnico Pharbox- Manaus
Grupo de Pesquisa em Eletrocatálise e Química Bioinorgânica-UFRJ
Email: eldon.colares@hotmail.com

Juciane Carvalho Afilhado
Farmacêutica Generalista-Universidade Federal do Amazonas
Responsável Técnico Drogaria Ultra Popular-Itacoatiara
Email: jucarvalhoafilhado@gmail.com

Isabela Cavalcante do Nascimento
Química Industrial-Universidade Federal do Amazonas
Técnica em Química- Instituto Federal do Amazonas
Email: srta_isah.c@hotmail.com

Sabrina dos Santos Souza
Química- FAMETRO Manaus
Mestre em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos-PPGCTRA-UFAM
Email: sabrinaquimica1@gmail.com

Resumo: As plantas medicinais são produtoras de uma grande quantidade de moléculas bioativas dentre estas destacam-se os óleos fixos conhecidos pela sua alta densidade e atividades biológicas. Este estudo avaliou: rendimento, perfil químico e o potencial alelopático do óleo fixo da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. sobre o desenvolvimento de sementes de alface e tomate. O ensaio alelopático foi realizado na Universidade Federal do Amazonas em Itacoatiara. O óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. apresentou como compostos majoritários: Propil isovalerato (8,4%), Geraniol (9,3%), Terpinoleno (9,7%), Safrol (13,7%) e Limoneno (29,8%). O rendimento do óleo foi de 14,43% superior aos rendimentos já descritos na literatura. Todas concentrações apresentaram atividade alelopática o que permite avaliar que esta espécie é uma possível candidata a estudos para o desenvolvimento de bioherbicidas para ensaios de alelopatia e aplicação industrial e na agricultura.

Palavras-chave: Alelopatia, Plantas medicinais, Caryocar, Bioherbicida.

Abstract: Medicinal plants produce a large amount of bioactive molecules, among which fixed oils stand out, known for their high density and biological activities. This study evaluated: yield, chemical profile and allelopathic potential of fixed oil from the pulp of *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. on the development of lettuce and tomato seeds. The allelopathic test was carried out at the Federal University

ISSN 2178-6925

of Amazonas in Itacoatiara. The fixed oil of Caryocar villosum (Aubl.) Pers. The main compounds were: Propyl isovalerate (8.4%), Geraniol (9.3%), Terpinolene (9.7%), Safrole (13.7%) and Limonene (29.8%). The oil yield was 14.44% higher than the yields already described in the literature. All concentrations showed allelopathic activity, which allows us to evaluate that this species is a possible candidate for studies for the development of bioherbicides for allelopathy trials and industrial and agricultural application.

Keywords: Allelopathy, Medicinal plants, Caryocar, Bioherbicide.

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais desde muito tempo vêm sendo utilizadas pela humanidade com o intuito de promover o tratamento de diferentes doenças assim é possível notar que a diversidade biológica vegetal com aproximadamente 250 mil espécies data de 90 a 130 milhões de anos (LAMBADEIRA et al., 1994 & JÚNIOR.,2010). O Brasil é detentor da maior biodiversidade natural do planeta representada pela Floresta Amazônica caracterizada pela infinita quantidade de espécies vegetais que ainda não foram estudadas pela comunidade científica (ABRAF.,2013). A enorme diversidade da flora brasileira pode ser comparada com a quantidade expressiva de compostos químicos oriundos do metabolismo secundário representados por: isoprenóides, alcalóides, saponinas, flavonóides e entre outros (TAKEARA et al., 2017).

O potencial terapêutico das plantas medicinais tem despertado grande interesse por parte da comunidade científica para aplicação dos compostos produzidos pelas plantas na área de saúde. Atualmente cerca de 30% das drogas prescritas no mundo possuem direta ou indiretamente relação com ativos derivados das plantas. Durante o período de 1981 a 2002, um percentual de 50% das drogas desenvolvidas nos laboratórios de síntese orgânica foi desenvolvido por meio do uso de produtos naturais ou até mesmo de análogos semi sintéticos (MACÊDO et al., 2018).

Os produtos naturais são representados por extratos vegetais e animais, óleos essenciais, resinas e óleos fixos os quais possuem diferente composição química e diferentes potenciais bioativos tais como: antioxidante, antimicrobiano (ANDRADE.,2012), inseticida (ARAÚJO et al.,2014), antiprotozoária (COSTA et al.,2010) e entre outros usos, dentre os quais se destaca a atividade alelopática com o intuito de diminuir os efeitos causados pelo herbicidas sintéticos ao meio ambiente, veiculando extratos, óleos essenciais ou óleos fixos (ALVES.,2004).

Dentre as famílias botânicas produtoras de metabólitos secundários destaca-se a família Caryocaraceae que abriga o gênero *Caryocar* que engloba 16 espécies, destas, doze são encontradas no Brasil (FRANCO et al.,2004), em sete estados (Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima), e apresenta variação na espécie encontrada para cada região que apresenta esta espécie (GIACOMETTI.,1993).

As principais espécies de plantas do gênero Caryocar encontradas no Brasil são: *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers., *Caryocar cortaceum* e *Caryocar coriaceum* nas regiões Norte e Nordeste e nas regiões sudeste e central, *Caryocar brasiliense* Camb. (PESSOA et al., 2015). A espécie *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers é uma espécie de porte arbóreo e que pode chegar à 40 metros de altura e é amplamente comercializado na Amazônia pela indústria de madeira e seus frutos são consumidos após o cozimento e possuem alto teor de lipídios e é comercializada em feiras ao ar livre, sendo conhecida como Piquiá (MENDES et al.,2016)

Na terapêutica tradicional o óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers é utilizado no tratamento de reumatismos e dores musculares (CLAY et al., 2000), estudos

ISSN 2178-6925

realizados por Moraes et al., (2011) avaliaram o uso da espécie para tratar doenças virais como gripes e em queimaduras, estudos posteriores realizados por Yamaguchi., (2017) avaliaram as atividades citotóxica, antioxidante e anti-inflamatória dos frutos de *Caryocar villosum*.

O agronegócio é responsável por movimentar a economia mundial, todavia, com o passar dos anos pode-se observar que existe um aumento na taxa de uso de herbicidas sintéticos em virtude do desenvolvimento de plantas daninhas surge então a necessidade de utilizar meios sustentáveis e menos agressivos ao meio ambiente e as plantas nesse sentido os aleloquímicos utilizados vem despertando a curiosidade da comunidade científica os quais utilizam produtos oriundos do metabolismo secundário de plantas dentre estes os óleos fixos (ALVES.,2004; ARAÚJO.,2021).

O objetivo deste trabalho foi: Avaliar rendimento, composição química e atividade alelopática do óleo fixo extraído da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers frente sementes de alface e tomate.

2. METODOLOGIA

2.1 Obtenção dos frutos de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers.

Os frutos de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers foram adquiridos no mercado municipal da cidade de Itacoatiara selecionados por meio do peso e tamanho para uma melhor extração da polpa totalizando neste sentido 18 frutos para a extração do óleo fixo da polpa.

2.2 Tratamento dos frutos de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers e extração do óleo da polpa.

Os frutos de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers foram levados para o laboratório de Farmácia da Universidade Federal do Amazonas, lavados em água corrente para a retirada das impurezas das cascas e foram secos em temperatura ambiente e abertos por meio de corte com faca. As cascas foram separadas para adubação e a polpa do fruto foi retirada e levada para pesagem em balança analítica totalizando desta forma 238,6 gramas.

A polpa já pesada foi levada para aquecimento em chapa de aquecimento por 45 minutos onde coletou-se o sobrenadante e separou-se este da parte aquosa e depois aqueceu-se para a volatilização da água e com um pipetador e tubo Falcon coletou-se 34450µL de óleo fixo da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers e calculou-se o rendimento do óleo.

2.3 Análise química do óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers

O óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers foi submetido à hidrólise (saponificação) utilizando 0,2 gramas do óleo em uma solução metanólica de hidróxido de potássio conforme a metodologia descrita por Hartman e Lake (1973). Após as etapas de tratamento e ajuste de pH, os ácidos graxos de cadeia livre foram submetidos à metilação com o metanol sobre catálise ácida a fim obter os respectivos ésteres metílicos.

O óleo fixo foi submetido à técnica de Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM) utilizando coluna capilar apolar DB-1 sílica fundida (30 m ×0,25 mm, filme 0,25 mm); carregado com gás hélio; taxa de fluxo de 0,8 ml/min e no modo split. Os espectros de massa foram registrados de 30 a 450 *m/z* e comparados com a literatura.

ISSN 2178-6925

2.4 Ensaio de atividade alelopática

O experimento foi realizado no Laboratório de Farmácia da Universidade Federal do Amazonas em Itacoatiara no período de novembro de 2022 a junho de 2023. O óleo fixo extraído da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers foi emulsionado com tensoativo TWEEN 80 e a partir deste foram preparadas as concentrações: 1%, 0,1%, 0,01% e 0,001% como controle intermediário usou-se o óleo de Neen e controle positivo usou-se a água destilada.

O bioensaio de germinação foi conduzido em placas de Petri, com 9 cm de diâmetro e contendo 4 folhas de papel filtro sendo duas folhas para a base e duas para a tampa previamente autoclavadas a 120 ºC e pressão de 1 kgf/cm^2 durante 30 minutos e umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a duas vezes a massa do papel seco.

Foram distribuídas 25 sementes por placa, que foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio 0,5%. Foram realizadas avaliações diárias até o décimo dia após a germinação e os resultados expressos conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL.,2009).

Na semeadura, as soluções com diferentes concentrações do óleo fixo foram aplicadas no papel-filtro na tampa da placa de Petri, em contato direto com as e mantidas em fotoperíodo de 12 horas de luz e temperatura a 25ºC em câmara BOD. As soluções testes (tratamentos) foram adicionadas apenas uma vez, isto é, no início dos bioensaios e foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam a protrusão da radícula de, no mínimo, 2 mm medidos com paquímetro digital.

2.5 Análise estatística

Foram avaliadas as variáveis: Porcentagem de germinação (%G) o Índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade de germinação (VG).

Fórmula da porcentagem de germinação: %G = (N/100) x 100 Onde:
N = número de sementes germinadas ao final do teste;
Unidade: %.

Fórmula do tempo médio de germinação: TMG = (∑niti) /∑ni Onde:
ni = número de sementes germinadas por dia;
ti = tempo de incubação;
i = 1 → 12 dias.
Unidade: dias.

Fórmula da velocidade média de germinação: VG = 1/t, Onde:
t = tempo médio de germinação;
Unidade: dias-1.

Fórmula do índice de velocidade de germinação: IVG = ∑ (ni /ti), Onde:
ni = número de sementes que germinaram no tempo
'i'; ti = tempo após instalação do teste;
i = 1 → 12 dias. Unidade: adimensional.

As variáveis estatísticas foram avaliadas por meio do software SISVAR (FERREIRA.,2011).

ISSN 2178-6925

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento do óleo fixo da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers

O óleo fixo extraído da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers apresentou aroma de intensidade forte, coloração amarela e com alta densidade, fato este de não se misturar com o meio aquoso. O óleo extraído apresentou densidade de 1,41 g/mL estes resultados são próximos do obtido no estudo realizado por Souza., (2005) o qual avaliaram o teor de óleo fixo produzido pela espécie assim como constata que mesmo a polpa sofrendo aquecimento.

Quanto ao rendimento, o óleo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers apresentou um teor de 14,43% sendo este resultado superior ao resultado obtido por LEANDRO et al., (2018) que obtiveram rendimento de 8%, assim como este resultado também foi inferior aos resultados obtidos por Marx et al., (1997).

3.2 Composição química do óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers

A composição química de um óleo fixo ou óleo essencial pode variar em decorrência de diversos fatores dentre os quais pode-se citar: Temperatura, Tempo de coleta, Localidade Geográfica da Planta, Altitude, Adubação, Solo e entre outros conforme descrevem Gobbo-Neto & Lopes NP., (2007). A composição química do óleo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers e descrito na tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Constituintes Químicos do óleo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers.

Substância	**RI*Adams (2017)**	**RI*** Óleo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers.	**Área (%)**
1 octeno	788	792	0,42
Butanoato de etila	804	803	4,2
Etil isovalerato	855	849	1,7
Metil hexanoato	925	921	0,5
Ácido 3 metil valérico	946	942	2,6
Propil Isovalerato	949	948	8,4
Limoneno	1028	1024	29,8
Fenilacetaldeído	1040	1036	3,4
(E) etil 2 hexenoato	1045	1048	0,9
Terpinoleno	1086	1088	9,7
Heptadecanóico	1096	1097	6,7
Ácido caprílico	1195	1187	1,8
Geraniol	1253	1259	9,3
Safrol	1286	1285	13,7

ISSN 2178-6925

α-Copaeno	1377	1374	0,9

Fonte: Os autores., (2024).

A composição química do óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers identificou a presença de 15 constituintes químicos, assim como é perceptível uma mistura de ésteres carboxílicos, saturados ácidos graxos, hidrocarbonetos saturados de cadeia longa e terpenos.

Os componentes majoritários encontrados foram: Propil isovalerato (8,4%), Geraniol (9,3%), Terpinoleno (9,7%), Safrol (13,7%) e Limoneno (29,8%). O óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers, apresentou compostos químicos como: Geraniol (9,3%), Terpinoleno (9,7%), Safrol (13,7%) e Limoneno (29,8%) encontrados principalmente em óleos essenciais de baixa densidade e que possuem diferentes potenciais biológicos.

Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram para o composto heptadecanóico um percentual de 2,2% sendo este superior ao obtido por De Figueiredo et al., (2016) que obtiveram percentual de 6,7 % ao extraírem o óleo fixo de *Caryocar coriaceum*. A composição química de um óleo fixo pode variar em função do gênero botânico e espécie, neste estudo os compostos Geraniol (9,3%), Terpinoleno (9,7%), Safrol (13,7%) e Limoneno (29,8%) apresentaram valores superiores aos descritos nos estudos realizados por Maia et al., (2008) que também realizaram análise química e encontraram resultados inferiores para estes compostos químicos.

3.3 Atividade alelopática do óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers

Os dados obtidos nos ensaios alelopáticos utilizando o óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers são apresentados nas tabelas 2 e 3 abaixo.

Tabela 2: Dados bioensaios de germinação sobre as sementes alface (*Lactuca sativa*).

Tratamentos	Germinação	TMG	IVG	VG
T0	93,75 a	1,77 a	14,49 c	0,58 b
T1	85 a	3,74 ab	6,85 b	0,11 a
T2	26,25 b	5,02 ab	1,20 a	0,13 a
T3	26,25 b	3,16 ab	2,52 a	0,32 ab
T4	23,75 b	2,57 ab	2,12 a	0,25 ab
T5	11,25 b	5,68 b	0.88 a	0,26 ab

Fonte: Os autores., (2024)

Legenda: T0= água, **T1**= Nim, **T2**=1% , **T3**=0,1%, **T4**=0,01%, **T5**=0,001%. **TMG**= Tempo médio de germinação, **IVG**=Índice de velocidade de germinação, **VG=**velocidade da germinação. **%G=** porcentagem de germinação**.**

Tabela 3: Dados bioensaio de germinação sobre as sementes de tomate (*Solanum licopersicum*).

Tratamentos	Germinação (%G)	TMG	IVG	VG
T0	87,00 b	6,47 a	2,71 c	0,15 a
T1	86,25 b	6,31 a	2,73 c	0,16 a
T2	15,00 a	5,97 a	0,52 a	0,16 a

ISSN 2178-6925

T3	23,75 a	5,63 a	0,98 b	0,16 a
T4	21,25 a	6,01 a	0,79 ab	0,17 a
T5	20,00 a	5,98 a	0,90 ab	0,17 a

Fonte: Os autores., (2024)

Legenda: T0= água, **T1**= Nim, **T2**=1% **, T3**=0,1%, **T4**=0,01%, **T5**=0,001%. **TMG**= Tempo médio de germinação, **IVG**=Índice de velocidade de germinação, **VG=**velocidade da germinação. **%G=** porcentagem de germinação**.**

As tabelas acima apresentam os resultados dos bioensaios de germinação das sementes de alface e de tomate. A tolerância ou o efeito de resistência aos aleloquímicos pode variar de uma planta para outra. Neste experimento a escolha das espécies *Lactuca sativa* (alface) e *Sollanum licopersicum* (tomate) se deve ao fato de estas hortaliças apresentarem alta sensibilidade à compostos voláteis e óleos fixos sendo estas frequentemente utilizadas em bioensaios em laboratórios de fitoquímica experimental mesmo antes dos aleloquímicos serem testados em plantas espontâneas visando avaliar os efeitos alelopáticos (ALVES et al., 2004).

As diferentes concentrações dos óleos fixos testados nas sementes de alface e tomate influenciaram diretamente na porcentagem de germinação, no tempo médio de germinação, na velocidade média de germinação e no vigor pelo índice de velocidade de germinação. A intensidade desses efeitos variou diretamente em função da concentração testada frente às sementes conforme visto nas tabelas 2 e 3.

Em comparação aos tratamentos controles (H2O e Nim), a taxa de germinação das sementes de alface e tomate apresentou resultados inferiores onde avaliou-se que as concentrações testadas influíram diretamente sobre a germinação das sementes inibindo desta forma este processo metabólico isto se deve ao fato de que quanto maior a dose utilizada os efeitos também tendem a apresentar efeitos gradativos em sementes de alface e de tomate os óleos fixos testados para as concentrações 1%, 0,1%, 0,01% e 0,001% apresentaram acentuado efeito alelopático em função da dose testada e possivelmente por conta da composição química do óleo.

A variável tempo médio de germinação (TMG) corresponde ao tempo no qual as sementes testadas levaram para desenvolver o mecanismo de germinação em relação à concentração do óleo fixo testado e que estas foram expostas. Essa variável nas sementes de alface e tomate, apresentaram valores acrescidos para os tratamentos 1% e 0,001% e menor resultado nas concentrações 0,1% e 0,01% pois os óleos fixos por possuírem alto peso molecular e alta densidade estas podem influir na resposta alelopática.

Estudos realizados por Maraschin-Silva & Áquila., (2005), afirmam que as alterações no tempo médio de germinação podem ser ocasionadas por diferentes efeitos em nível primário e estas alterações podem ocorrer em virtude da expressão gênica, na permeabilidade de membranas, no funcionamento de mensageiros secundários, e na respiração, onde ocorrem efeitos como: sequestro de oxigênio,

ISSN 2178-6925

conformação de enzimas e receptores, ou por associação destes fatores (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

A velocidade média de germinação das sementes também foi avaliada neste trabalho e esta variável corresponde a um parâmetro inversamente proporcional ao tempo médio de germinação. Nos testes realizados para alface e para tomate notou-se que o óleo fixo de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers para todas as concentrações testadas reduziram drasticamente a velocidade média de germinação.

Óleos fixos e essenciais produzidos por meio de plantas medicinais podem desempenhar funções específicas relacionadas às interações vegetais, assim como podem ser importantes fontes de aleloquímicos (SAHARKHIZ et al., 2010), e dependendo de sua concentração pode afetar a germinação de outras espécies (THIESEN et al., 2019). Os aleloquímicos podem agir tanto como estimuladores quanto como inibidores do desenvolvimento das sementes, favorecendo alterações em diferentes processos metabólicos relacionados ao processo de germinação (AN; JOHNSON; LOVETTE, 1993; RESENDE et al., 2003).

Existem diferentes compostos químicos conhecidos por apresentarem efeitos alelopáticos, encontrados no óleo fixo da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.). Pers. Um exemplo disto é o composto safrol que já vem sendo estudado por centros de pesquisa em virtude de sua atividade alelopática já descrita em outros trabalhos (SOUZA-FILHO et al.,2009 & SOUZA-FILHO.,2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo fixo da polpa de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers apresentou rendimento de 14,43% e densidade de 1,41 g/mL assim como apresentou coloração amarelada (claro).O óleo de apresentou atividade alelopática em todas as concentrações testadas o que nos permite avaliar que a espécie investigada neste estudo é produtora de uma fonte de biomoléculas contra o desenvolvimento de plantas daninhas sendo considerado uma alternativa frente aos praguicidas sintéticos, porém existe a necessidade de investigações mais detalhadas sobre a fitotoxicidade desses óleos e a elucidação de seus mecanismos de ação, a fim de garantir a segurança do seu uso para espécies vegetais e animais não-alvo.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, M.C.S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**, Brasília, 2004, v. 39, n. 11, p. 1083-1086.

ANDRADE, M. A. et al. Óleos essenciais de Cymbopogon nardus, Cinnamomum zeylanicum e Zingiber officinale: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 399-408, abr./jun. 2012.

AN, M.; JOHNSON, I.R.; LOVETTE, J.V. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 10, p.2379-2389, 1993.

ARAÚJO, E.R. et al. Extratos de Piper marginatum e Azadirachta indica no controle de Colletotrichum scovileii em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 49, n. 2, p. 88-94, fev. 2014.

ARAÚJO, G. ERASMO, E. A. L. DA SILVA, P. P., OLIVEIRA, D. I., GONÇALVES, F. B., BORGES, K. S., & RODRIGUES, R. D. C. M. (2021). Potencial alelopático de óleo de eucalyptus e de Capim citronela no controle de plantas daninhas. Brazilian Journal of Development, 7(5), 44248-44237.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012.** Brasília, 2013. 146p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 2009. 399p.

CLAY, J. W. SAMPAIO, P. T. B. CLEMENT, C. R**. Biodiversidade Amazônica: Exemplos e estratégias de utilização.** 1 ed. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológicos. p. 119-131. 2000.

COSTA, J. et al. Composição química e toxicidade de óleos essenciais de espécies de Piper frente a larvas de Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae). **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, n. 3, p. 463-467, jan. 2010.

DE FIGUEIREDO, P. R. L. OLIVEIRA, I. B., NETO, J. B. S. DE OLIVEIRA, J. A., RIBEIRO, L. B., DE BARROS VIANA, G. S. DE ALENCAR MENEZES, I. R. Caryocar coriaceum Wittm. (Pequi) fixed oil presents hypolipidemic and anti-inflammatory effects in vivo and in vitro. **Journal of Ethnopharmacology**, 191, 87–94, (2016).

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12 (edição especial), p. 175-204, 2000

FERREIRA, D.F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FRANCO, L.M. , L.; LUMMUS, M. E.; LUZ, R. A. **A distribuição do pequi (Caryocar brasiliense) na estação ecológica de Itirapina,** SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS. Anais. Goiânia: AGB, 2004.

GIACOMETTI, D. C. **Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS. Anais. Cruz das Almas: EMBRAPA,1993.

GOBBO-NETO L, LOPES NP, 2007. Medicinal plants: factors influence on the content of secondary metabolites. **Quim. Nova** v.30, p.374 -- 381.

HARTMAN L, LAGO RC. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab Pract.** 1973 Jul;22(6):475-6 passim.

JUNIOR AAA, SILVA AF, FONSECA MCM. Conhecimento tradicional do uso medicinal das plantas. **Informe Agropecuário**. 31 (255): 20-26. Mar/Abr 2010.

LAMBANDEIRA, C. C.; DILCHER, D. L.; DAVIS, D. R.; WAGNER. D. L. Ninety-seven million years of angiosperm-insect association: Paleobiological insights into the meaning of coevolution. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA.** v. 91, p. 12278-12282, 1994.

LEANDRO, C. T. B. FONSECA JÚNIOR, E. M.OTANI, F. S. FELSEMBURGH, C. A. Caracterização biométrica e composição química do fruto de Caryocar villosum (Aubl.) Pers. nativo da Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.6, p.295-306, 2018.

MACEDO, M. J. F. et al. (2018). Fabaceae medicinal flora with therapeutic potential in Savanna areas in the Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 28(6), 738–750.

MAIA, JGS, ANDRADE, EHA, & DA SILVA, MHL (2008). Voláteis do aroma do pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Jornal de Composição e Análise de Alimentos**, 21(7), 574–576.

MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de Lactuca sativa L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 01, p. 61-69, 2006

MARX, F.; ANDRADE, E. H.; A. MAIA, J. G. Chemical composition of the fruit pulp of Caryocar villosum. **Food Research and Technology**, v. 204, p. 442-444. 1997

MENDES, M. F.; NEVES, S. M. A. S.; SILVA, M. A.; PAIVA, S. L.P.; KREITLOW, J. P. Coleta, processamento, comercialização e sustentabilidade da produção extrativista da região sudoeste Mato

ISSN 2178-6925

Grossense, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v.7, n.3, p.59-71, 2016.

MORAES, R. P. **Conservação socioambiental do piquiá (Caryocar villosum (Aubl.) Pers.) na região dos lagos Parú e Calado.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia) -Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

PESSOA, A. S.; PODESTÁ, R.; BLOCK, J. M.; FRANCESHI, E.; DARIVA, C.; LANZA, M. Extraction of pequi (*Caryocar coriaceum*) pulp oil using subcritical propane: determination of process yield and fatty acid profile. **Journal of Supercritical Fluids**, v.101, p.95-103, 2015.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; DOS SANTOS, I. P. A. **Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens.** Boletim Agropecuário, Lavras: Editora UFLA, v. 54, 55p., 2003.

SAHARKHIZ, M.J., ESMAEILI, S. AND MERIKHI, M. Essential oil analysis and phytotoxic activity of two ecotypes of Zataria multiflora Boiss. growing in Iran. **Natural Product Research**, v. 24, n. 17, p. 1598-1609, 2010.

SOUZA, T. M. H. Estudo do potencial do fruto de pequi (Caryocar villosum) para obtenção de óleo e síntese de biodiesel. **Sociedade Brasileira de Química** (SBQ), Universidade Federal Acre, Rio Branco. 2005.

SOUZA-FILHO, A.P. VASCONCELOS, M.A.M.; ZOGHBI, M.G.B. CUNHA, R.L. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de Piper hispidinervum C. DC. e Pogostemon heyneanus Benth sobre plantas daninhas. **Revista Acta amazônica**, v. 39, n.2, p.389- 396, 2009.

SOUZA FILHO, A.P.S. CUNHA, R.L.; ZOGHBI, M.G.B. VASCONCELOS, M.A.M.; ALVES, S.M.; FIGUEIRÊDO, F.J.C. **Caracterização do Efeito Alelopático do Óleo Essencial de Piper hispidinervum C. DC. Sobre Mimosa pudica e Senna obtusifolia.** Embrapa Amazônia Oriental (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 73), v. 1, p. 1 - 19, 2010.

TAKEARA, R. et al. Biological Properties of Essential Oils from the Piper Species of Brazil: A Review. In: EL-SHEMY, H. A. **Aromatic and Medicinal Plants - Back to Nature. Publish: In Tech**, 2017. p. 82-93, 2017.

THIESEN, L. A. SCHMIDT, D.; PINHEIRO, M. V. M.; HOLZ, E.; ALTÍSSIMO, B. S.;HOLZ, E. Essential oil of Lippia alba (Mill.) N.E.Br. influences the germination, vigor and emergence of lettuce seeds. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 13, n. 3, p. 416- 425, 2019.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, C. V. L.; ARANHA, E. S. P. SOUZA, R. O. S.; OLIVEIRA, P. D. A. VASCONCELLOS, M. C.; LIMA, E. S. L. VEIGA JUNIOR, V. F. HPLC-DAD profile of phenolic compounds, cytotoxicity, antioxidant and anti-inflammatory activities of the amazon fruit Caryocar villosum. **Química. Nova**, v. 40, n. 5, p. 483 - 490, 2017.