



Programa de Pós-graduação em Biotecnologia

**Estudo etnobotânico de plantas medicinais numa comunidade rural de
Vitória da Conquista (Bahia), análise fitoquímica e efeito antifúngico
do extrato etanólico das folhas de *Spondias purpurea* L.**

Gabriele Marisco da Silva

Ilhéus, Bahia

2015

Gabriele Marisco da Silva

Estudo etnobotânico de plantas medicinais numa comunidade rural de Vitória da Conquista (Bahia), análise fitoquímica e efeito antifúngico do extrato etanólico das folhas de *Spondias purpurea* L.

Tese apresentada à Rede Nordeste de Biotecnologia, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Biotecnologia.

Área de Concentração:
Biotecnologia de Recursos Naturais
Orientadora:
Cristina Pungartnik

Ilhéus, Bahia

2015

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Estadual de Santa Cruz -

UESC

S586 Silva, Gabriele Marisco da.
Estudo etnobotânico de plantas medicinais numa comunidade rural de Vitória da Conquista (Bahia), análise fitoquímica e efeito antifúngico do extrato etanólico das folhas de *Spondias purpurea* L. / Gabriele Marisco da Silva. – Ilhéus, BA: UESC, 2015.
133 f. : il.

Orientadora: Cristina Pungartnik.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Rede Nordeste de Biotecnologia, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia.
Inclui referências e apêndices.

1. Plantas medicinais. 2. Etnobotânica. 3. Controle biológico. 4. Etnofarmacologia. 5. Fitoquímica. I. Título.

CDD 581.634

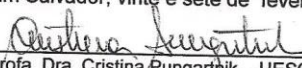
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

Universidade Federal da Bahia
Programa de Pós Graduação em Biotecnologia
Av. Reitor Miguel Calmon, s/n - Vale do Canela
40110-100, Salvador-BA - Telefone: (71) 3283-8921 - E-mail:renorbioba@hotmail.com

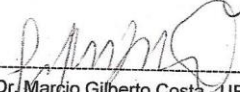
ATA – DEFESA DE TESE

Ata de Defesa de Tese de Doutorado da aluna **Gabriele Marisco da Silva**. Aos vinte e sete de fevereiro de dois mil e quinze às nove horas no Auditório Jorge Amado, Universidade Estadual de Santa Cruz se reúne em sessão pública, a Banca Examinadora de Defesa de Tese composta pelos Professores e Doutores: **Cristina Pungartnik orientadora, Marcio Gilberto Costa, Jorge Mauricio David, Eraldo Medeiros Costa Neto, Maria Francisca Simas Teixeira**, perante o qual a Doutoranda **Gabriele Marisco da Silva**, aluna regularmente matriculado no Curso de Doutorado em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, Ponto Focal Bahia, defendeu, para preenchimento do requisito de Doutor, sua tese intitulada "Estudo etnobotânico de plantas medicinais numa comunidade rural de Vitória da conquista e análise fitoquímica e atividade antifúngica das folhas de *Spondias purpurea* L." A defesa da referida tese ocorreu, das 8:30 horas às 10:30, tendo a Doutoranda **Gabriele Marisco da Silva** sido submetido à sabatina, dispondo cada membro da Banca do tempo para tal. Finalmente, a Banca reuniu-se em separado e concluiu por considerar a Doutoranda aprovada por sua tese e sua defesa terem, por unanimidade, recebido o conceito aprovado.

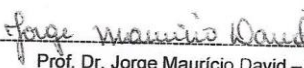
Eu, Cristina Pungartnik, que presidi a Banca de Tese, assino a presente Ata, juntamente com os demais membros e dou fé. Em Salvador, vinte e sete de fevereiro de 2015.



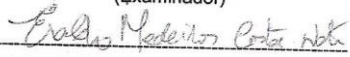
Profa. Dra. Cristina Pungartnik – UESC
(Orientadora)



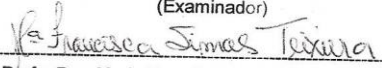
Prof. Dr. Marcio Gilberto Costa – UESC
(Examinador)



Prof. Dr. Jorge Mauricio David – UFBA
(Examinador)



Prof. Dr. Eraldo Medeiros Costa Neto - UESC
(Examinador)



Profa. Dra. Maria Francisca Simas Teixeira- UFAM
(Examinadora)

Dedico este trabalho aos meus pais

Paulo Onfre da Silva *in memoriam* e Marcia Marisco.

Agradecimentos

Agradeço a Vida, pelas grandes dificuldades impostas no decorrer desses últimos anos, essas dificuldades me ensinaram a lutar e persistir, e o mais importante, a superá-las, mesmo quando não pude ver caminhos para isso.

Agradeço à minha família, minha Mãe Marcia, meu irmão Tiago, minhas tias queridas Patrícia e Luciana, por sempre estarem por perto me apoiando, mesmo quando estiveram longe, oferecendo-me amor, palavras de apoio e paciência. À minha prima Fernanda, me enviando pdfs e sempre oferecendo palavras de carinho.

Agradeço à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, pela concessão do afastamento para finalização deste trabalho, à Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC pela disponibilização da infra-estrutura necessária para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos, muito mais que colegas da UESB, Renata, Anderson e Dirceu que além do incentivo, me substituíram durante o período necessário nas atividades de trabalho. E aos também colegas desta Instituição Cecília, Raimundo e Avaldo que colaboraram com algumas dificuldades que encontrei no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos desde minha chegada na Bahia em 2006. Às minhas queridas amigas e colegas de laboratório Tati e Sonia que desde 2006 compartilham momentos especiais comigo e à Regineide que contribuiu com amizade e ativamente no desenvolvimento deste trabalho. As minhas duas queridas amigas Evelyn e Louise que conviveram menos tempo no laboratório comigo, mas isso não foi obstáculo para nos render uma bela amizade. Aos colegas Sarah, Zulane e Diego pelas risadas e colaborações no laboratório LBF.

Agradeço à minha amiga de longa data Daniela, e a outros que foram surgindo com muita intensidade na Bahia, Juli, Angela, Dayane, Drika, Edilson e Sandra, que sempre me incentivaram e vão comemorar juntos comigo o final desta etapa.

Agradeço à minha orientadora Cristina, por me apoiar nos momentos difíceis, me consolar e me acolher, e lutar bravamente por mim, quase igual a uma mãe em alguns momentos.

Agradeço ao meu esposo Felipe, que num voo para fazer uma disciplina do doutorado em 2011, trouxe paz, tranquilidade, respeito e amor para minha vida.

Agradeço a Deus, os espíritos de luz e todos amigos e familiares que me mantiveram forte, quando passei pela perda do meu Pai Paulo, que foi arrancado da família de forma abrupta e infeliz bem no início do desenvolvimento deste doutorado.

E finalizo meus agradecimentos com uma frase de William Shakespeare, frase que me acompanhou durante o desenvolvimento deste trabalho: *“Não importa em quantos pedaços seu coração foi partido, o mundo não para, para que você o conserte”*.

Sumário

Lista de abreviaturas.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
1. Introdução.....	10
2. Objetivos.....	12
3. Revisão de literatura geral.....	13
3.1 Plantas Medicinais.....	13
3.2 Levantamento etnobotânico.....	13
3.2.1 Importância Relativa de espécies.....	14
3.2.2 Valor de uso de espécies.....	15
3.2.3 Concordância de usos principais para cada espécie ou fidelidade de uso.....	15
3.2.4 Fator de consenso entre os informantes.....	16
3.3 Metabólitos secundários de plantas.....	16
3.3.1 Terpenos.....	16
3.3.2 Alcaloides.....	17
3.3.3 Flavonoides.....	17
3.3.4 Taninos.....	18
3.4 Atividade antifúngica de plantas.....	18
3.4.1 Plantas com atividades contra fungos de interesse médico.....	19
3.4.2 Plantas com atividades contra fungos de interesse agrônômico.....	20
3.4.2.1 <i>Moniliophthora perniciosa</i>	20
3.5 Extratos de plantas com potencial biotecnológico para controle biológico: depósitos de patentes.....	23
Comprovante de submissão Capítulo 1.....	33
Capítulo 1: The use of herbal medicine in a rural community in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil: An indication for pharmacological studies.....	34
Capítulo 2: <i>Spondias purpurea</i> L. (Anacardiaceae): Traditional Uses, Chemical Composition and Biological Activities.....	63
Comprovante de submissão Capítulo 3.....	80
Capítulo 3: Biocontrol potential of leaf extract of <i>Spondias purpurea</i> L. against the fungus <i>Moniliophthora perniciosa</i> that causes the witches' broom disease of <i>Theobroma cacao</i>....	81
Capítulo 4: Antifungal, antibacterial and cytotoxic activities of <i>Spondias purpurea</i> L.	103
Considerações finais.....	115
Apêndices.....	116

Lista de abreviaturas

CE – Crude extract

CUP – Concordância de uso de espécies vegetais

DHE – dihydroethidium

FA – Fraction A

FB – Fraction B

FC – Fraction C

FD – Fraction D

ICD-10 – International Statistical Classification of Diseases

ICF – fator de consenso dos informantes

IR – Importância Relativa

OMS – Organização Mundial da Saúde

ROS – reactive oxygen species

VU – valor de uso

Resumo

Este trabalho objetivou identificar os componentes bioativos e o mecanismo de ação do extrato etanólico de *Spondias purpurea* L. em fungos. O Capítulo 1 foi realizado através de um levantamento etnobotânico conduzido na comunidade São Sebastião – Vitória da Conquista – Bahia, as análises foram realizadas através das ferramentas fator de consenso entre informantes, importância relativa e nível de fidelidade. O Capítulo 2 consta de uma revisão bibliográfica e busca de anterioridade de patentes utilizando bancos de dados sobre a planta *S. purpurea*. O Capítulo 3 se refere à atividade antifúngica da planta *S. purpurea* contra *Moniliophthora perniciosa*, prospecção fitoquímica do extrato e frações e caracterização química da fração ativa. E o Capítulo 4 revela a atividade antimicrobiana da planta *S. purpurea* contra microrganismos patogênicos em humanos e atividade citotóxica. Um total de 46 plantas foi citado pela comunidade São Sebastião, onde a planta *S. purpurea* se destacou pelo seu nível de fidelidade 100%, merecendo destaque para estudos de atividade biológica. Em seguida foi realizado um levantamento de dados bibliográficos sobre esta planta, mostrando necessidade de mais pesquisas referentes a *S. purpurea*, principalmente das folhas. Foi obtido o extrato bruto etanólico da planta e o fracionamento deste extrato (FA, FB, FC e FD). O extrato bruto etanólico e uma fração isolada da planta (FA) destacaram-se pela atividade antifúngica contra *M. perniciosa*. A fração isolada ativa (FA) foi identificada com 14 terpenos majoritários. O extrato da planta *S. purpurea* não mostrou atividade antibacteriana, mas apresentou atividade contra *Candida* sp e indicou toxicidade contra *Artemia salina*. Sendo assim, este trabalho mostrou que *S. purpurea* possui atividade antifúngica contra *M. perniciosa* e espécies de *Candida*, podendo ser um produto utilizado como controle biológico, fazendo o uso de terpenos, possivelmente via produção de espécies reativas de oxigênio, que parecem estar relacionadas com essa atividade.

PALAVRAS-CHAVES: antifúngico, *Moniliophthora perniciosa*, *Candida*, controle biológico, planta medicinal, seriguela.

Abstract

The general objective of this work was to identify bioactive compounds and the mechanism of action of *Spondias purpurea* L. extracts on fungi. Chapter 1 was carried out through an ethnobotanical survey carried out in the community of São Sebastião – Vitória da Conquista – Bahia; analyses were performed by using tools (informant consensus factor, relative importance and fidelity level). In Chapter 2, a literature review was performed as well as a search for prior patents using databases on the plant *S. purpurea*. Chapter 3 referred to the antifungal activity of the plant *S. purpurea* against *Moniliophthora perniciosa*, phytochemical prospection of extracts and chemical characterization of the active fraction. In addition, Chapter 4 evaluated the antimicrobial activity of the plant *S. purpurea* against pathogenic microorganisms in humans and cytotoxic activity. Forty-six plants were cited by the community of São Sebastião where the plant *S. purpurea* stood out for its fidelity level (100%), thus deserving further studies on biological activity. Then, a survey of bibliographic data on this plant was performed, showing a need for more research on *S. purpurea*, leaves mainly. The crude ethanol extract and fractions of this extract (FA, FB, FC and FD) were obtained. The crude ethanol extract and an isolated fraction from the plant (FA) stood out for their antifungal activity against *M. perniciosa*. The isolated active fraction (FA) was identified with 14 major terpenes. *S. purpurea* plant extract showed no antibacterial activity, but showed activity against *Candida* species and indicated toxicity against *Artemia salina*. Therefore, this work has shown that *S. purpurea* has antifungal activity against *M. perniciosa* and *Candida* and that may be a product to be used as biological control, by using terpenes, possibly via the production of reactive oxygen species, which seem to be related to this activity.

KEYWORDS: antifungal, *Moniliophthora perniciosa*, *Candida*, biological control, medicinal plant, seriguela.

1. Introdução

O uso mundial de produtos naturais, incluindo plantas medicinais, tornou-se cada vez mais importante nos cuidados na saúde primária, especialmente nos países em desenvolvimento. Muitas investigações farmacológicas têm sido realizadas para identificar novas drogas ou para encontrar novas estruturas para o desenvolvimento de novos agentes com ação terapêutica para o tratamento de doenças humanas e atividades biotecnológicas (Newman et al., 2003; Mothana et al., 2009; Nasim et al., 2010).

Estudos etnobotânicos são estratégias que resultam em sucesso na descoberta de novas moléculas bioativas em diversas plantas já utilizadas na medicina popular. Nesta abordagem, as informações obtidas a partir de comunidades tradicionais sobre o uso de plantas medicinais combinadas com estudos químicos e farmacológicos realizados em laboratórios científicos, têm sido uma estratégia útil na investigação farmacológica de plantas e produz resultados melhores do que a escolha aleatória de uma planta (Khafag, Dewedar, 2000; Melo et al., 2011).

Os metabólitos secundários podem ser definidos como compostos que não apresentam papel na manutenção dos processos de vida fundamentais nas plantas, mas têm um papel importante na interação da planta com o seu ambiente (Namdeo, 2007). Os metabólitos secundários das plantas são produzidos como resposta fisiopatológica a agentes químicos, físicos ou estresse biótico, ou como parte do desenvolvimento da planta (Rischer et al., 2002). Dentre estes, os alcaloides, os terpenos e os compostos fenólicos são substâncias encontradas em muitos representantes de diferentes famílias de plantas por possuírem atividades antiparasitas e pesticidas e, portanto, sendo consideradas potenciais substâncias farmacológicas (Khambay et al., 2003).

Ainda hoje, existe a necessidade de novos compostos antifúngicos devido à eficácia variável e efeitos adversos dos medicamentos em uso atual. O uso intensivo de um número limitado de medicamentos antifúngicos levou à rápida evolução de resistência nestes organismos (Kayser et al., 2003), evidenciando a necessidade da caracterização de fontes adicionais com diferentes modos de ação (Akins, 2005). Além disso, fungicidas e pesticidas à base de plantas parecem ser uma das melhores alternativas devido ao baixo impacto ambiental e perigo para o consumidor, em contraste com as drogas sintéticas (Satish et al., 2007; Dubey et al., 2008).

Contudo, com o aumento do uso de plantas no mundo, é necessário o conhecimento de efeitos mutagênicos e tóxicos destas, porque muitas plantas sintetizam

substâncias tóxicas para a defesa contra vírus, bactérias, fungos, entre outros, e estes compostos podem ter efeitos tóxicos para os seres humanos (Liman et al., 2012).

Sabe-se que a família Anacardiaceae é rica em óleos voláteis, os quais são isolados de frutas e folhas e exibem um amplo espectro de atividade biológica (Montanari et al., 2012). Estudos mostram que *Spondias purpurea* tem usos medicinais (Engels et al., 2012), entretanto, observa-se que as folhas dessa planta foram pouco estudadas. Diante disso, visando contribuir no conhecimento dos metabólitos secundários das folhas de *S. purpurea*, bem como das suas atividades biológicas, objetivou-se identificar os componentes bioativos e o mecanismo de ação de extrato etanólico de *S. purpurea* em fungos.

2. Objetivos

Objetivo geral

Identificar os componentes bioativos e o mecanismo de ação de extrato etanólico de *Spondias purpurea* em fungos.

Objetivos específicos

- Realizar um levantamento etnobotânico para determinar a planta de estudo;
- Realizar uma revisão bibliográfica da planta *Spondias purpurea*;
- Avaliar a atividade do extrato bruto e frações das folhas de *Spondias purpurea* contra *Moniliophthora perniciosa*;
- Identificar e caracterizar quimicamente os componentes bioativos;
- Analisar a atividade antifúngica (contra *Candida* sp.) e antibacteriana do extrato bruto e frações de *Spondias purpurea*;
- Avaliar a sensibilidade de mutantes de *Saccharomyces cerevisiae* e *Artemia salina* frente ao extrato bruto e frações de *Spondias purpurea*.

3. Revisão de literatura geral

3.1 Plantas Medicinais

O interesse popular no uso de plantas medicinais tem crescido consideravelmente, bem como os estudos científicos sobre a química e farmacologia desses produtos naturais em muitas partes do mundo, incluindo no nordeste do Brasil (Albuquerque et al., 2007). A medicina moderna e indústria farmacêutica são bem desenvolvidas, entretanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso da fitoterapia, por meio da utilização de plantas ou derivados, como medicina complementar e alternativa em seus programas nacionais de saúde (Brasil, 2006).

O uso das plantas medicinais representa uma ajuda terapêutica importante para várias doenças (Das et al., 2011). A maioria das pessoas na zona rural e também em áreas urbanas do mundo ainda dependem das plantas medicinais para o tratamento de doenças infecciosas (Rahman and Junaid, 2008). Existe um interesse generalizado em medicamentos derivados de plantas, uma vez que os extratos de plantas medicinais oferecem um excelente potencial para o desenvolvimento de novos agentes eficazes contra infecções atualmente difíceis de tratar com a medicina convencional (Machado et al., 2005).

As plantas que apresentam efeito farmacológico são direcionadas para o isolamento do princípio ativo. Para a descoberta do mecanismo de ação desses compostos, a biologia molecular disponibiliza ferramentas que permitem determinar os sítios celulares e/ou fisiológicos envolvidos nesse processo. Isso demonstra que trabalhos multidisciplinares são necessários (Balunas, Kinghorn, 2005), como por exemplo, nas áreas da botânica, da farmacologia e da fitoquímica, que auxiliam na produção de novos conhecimentos da flora mundial (Maciel et al., 2002).

3.2 Levantamento etnobotânico

As observações relacionadas ao uso popular e a eficácia de plantas medicinais contribuem para divulgar as potencialidades terapêuticas das plantas, despertando o interesse de pesquisadores, contribuindo para o conhecimento e intensificando a utilização de muitas plantas (Maciel et al., 2002). Dessa forma, levantamentos etnobotânicos podem subsidiar estudos etnofarmacológicos na busca por potenciais fitoterápicos para o tratamento de diversas enfermidades (Albuquerque, Hanazaki, 2006).

Estudos etnobotânicos podem contribuir para avaliar como o conhecimento é distribuído localmente entre os membros de uma comunidade (Silva et al., 2011). Este conhecimento empírico sobre plantas, especialmente as medicinais, é altamente dinâmico e sujeito a várias influências que podem variar de acordo com o gênero, a idade, a escolaridade, o nível de renda e pode representar elementos-chave do conhecimento da diversidade e riqueza de espécies (Monteiro et al., 2006).

Diferentes ferramentas para quantificar os dados etnobotânicos são aplicadas na complementação de estudos sobre o uso das plantas na medicina popular. A coleta de dados quantitativos visa apoiar a conservação de certas espécies e o conhecimento de seu uso medicinal popular, principalmente, fornecendo informações sobre as espécies ou famílias de plantas que têm sido usadas com várias indicações terapêuticas (Vendruscolo, Mentz, 2006). Algumas dessas ferramentas têm sido bem sucedidas na identificação de plantas medicinais aplicáveis na fitoterapia (Baptista et al., 2013), destacando-se entre elas, a importância relativa das espécies (IR), valor de uso de espécies (VU), índices de concordância de uso de espécies vegetais (CUP) e fator de consenso dos informantes (ICF).

3.2.1 Importância Relativa de espécies

Para avaliar a importância relativa das espécies medicinais citadas pelos informantes, os sistemas corporais citados são calculados. Em plantas com importância relativa (IR) >1, sugere-se que sejam submetidas a estudos farmacológicos que confirmem a eficácia terapêutica nas categorias de doenças citadas (El-Darier, El-Mogaspi, 2009). Espécies com alto valor de IR são utilizadas para tratar uma maior variedade de doenças, sendo consideradas importantes em uma comunidade (Bennett, Prance, 2000).

O cálculo da importância relativa é feito para cada espécie medicinal baseado no número de propriedades farmacológicas atribuídas e o número de sistemas corporais citados (por exemplo: respiratório, gastrointestinal). IR pode mensurar a versatilidade, por ser mais preciso do que outros modos de caracterizar o valor de uma planta. O valor máximo deste cálculo para uma espécie é 2.0, a partir da seguinte fórmula: $IR = NSC + NP$, onde, NSC é igual ao número de sistemas corporais tratados por uma espécie (NSCE) dividido pelo número total de sistemas corporais tratados pela espécie mais versátil (NSCEV); e NP é igual ao número de sintomas atribuídos a uma espécie (NPE) dividido pelo número total de sintomas atribuídos à espécie mais versátil (NPEV).

3.2.2 Valor de uso de espécies

O Valor de uso de espécies (UV) é uma das ferramentas para validar a importância das plantas, pois plantas com alto valor de uso refletem seus altos usos na área de estudo e ação terapêutica máxima contra problemas de saúde. Essas plantas devem ser focadas para obter mais resultados detalhados de substâncias bioativas e atividades farmacológicas (Ahmed et al., 2014).

O valor de uso é um método quantitativo que mostra a importância relativa de espécies conhecidas localmente, dado pela seguinte fórmula: $UV = \sum U/N$. Onde, o valor de UV é o uso de espécies, U é o número total de usos relatados de cada espécie e N representa o número total de informantes entrevistados para uma determinada planta. Os valores elevados (próximo de 1), se houver muitos relatos de uso de uma planta, demonstra que a planta é importante, e perto de 0, se há poucos relatos relacionados ao seu uso (Sivasankari et al., 2014).

3.2.3 Concordância de usos principais para cada espécie ou fidelidade de uso

O CUP (concordância quanto aos usos principais para cada espécie) ou fidelidade de uso (FL) (Friedman et al., 1986), tem sido usado como indicador para a bioprospecção, ou seja, para a seleção de plantas a serem estudadas como prioridade, pois dados dos informantes sobre o uso medicinal de uma determinada planta, com alta fidelidade de uso, podem torná-la candidata para estudos farmacológicos nas categorias mencionadas (Cakilcioglu et al., 2011). Para o parâmetro CUP geralmente são consideradas as espécies citadas por três ou mais informantes. Não é calculado o CUP para espécies que são mencionadas somente uma vez ou citada por mais de um informante sem haver coincidências entre seus usos, pois no primeiro caso, não se pode estimar a concordância entre os usos e no segundo, não haverá esta concordância.

O fato de plantas possuírem um nível relativamente elevado de concordância, isto é, com vários informantes concordando sobre o seu valor terapêutico, sugere uma verdadeira eficácia no tratamento da doença citada. O cálculo realizado para cada espécie, é dado pela seguinte fórmula: $CUP = (ICUP/ ICUE \times 100)$ ou $FL = (Ip/Iu \times 100)$, onde ICUP/Ip é o número de informantes que indicaram o uso principal (para a mesma doença) de uma espécie e ICUE/Iu o número total de informantes que citaram a planta para qualquer doença grave.

3.2.4 Fator de consenso entre os informantes

O fator de consenso entre os informantes (ICF) nas diferentes categorias de doenças/distúrbios é calculado para testar a homogeneidade de conhecimento do informante. Valores ICF variam de 0 a 1, os valores próximos de 1 são considerados altos, se houver um critério bem definido na comunidade e/ou se as informações são trocadas entre informantes.

O ICF é calculado utilizando a seguinte fórmula: $ICF = \frac{Nar - na}{Nar - 1}$. Onde, Nar= soma dos usos registrados por cada informante em determinada categoria; Na= número de espécies indicadas naquela categoria (Afolayan et al., 2014).

Desta forma, a utilização de conhecimento etnofarmacológico é uma forma de reduzir o empirismo e aumentar a probabilidade de sucesso na descoberta de novas drogas (Patwardhan, 2005). Assim, estudos etnobotânicos e farmacológicos fornecem informações essenciais para a orientação em bioprospecção de novas drogas de origem vegetal, utilizando-se de práticas terapêuticas nas comunidades estudadas (Bieski et al., 2012).

3.3 Metabólitos secundários de plantas

Compostos diretamente relacionados com a manutenção da vida integram o metabolismo primário. Enquanto o metabolismo secundário faz parte de um conjunto de processos que originam compostos que não possuem uma distribuição universal nos vegetais, pois não são necessários a todas as plantas. Entretanto, esses metabólitos conferem vantagens à sua sobrevivência, permitindo, por exemplo, adaptação a diferentes condições impostas pelo ambiente, como fatores bióticos (microrganismos e insetos) e abióticos (luz, temperatura e estresse hídrico) (Bettiol, Morandi, 2009).

Muitos metabólitos secundários produzidos em plantas têm sido usados por seres humanos em uma variedade de diferentes aplicações, incluindo as especiarias, os corantes, as fragrâncias, os agentes aromatizantes e os produtos farmacêuticos. Muitos desses produtos químicos foram também relatados por promover a saúde humana e, portanto, podem enriquecer as nossas vidas em uma variedade de maneiras diferentes (Sato, Kumagai, 2013). Dentre os metabólitos secundários envolvidos com atividades biológicas, os mais citados são os terpenos, os flavonoides, os alcaloides e os taninos.

3.3.1 Terpenos

Entre o grande número de compostos de defesa em plantas, os terpenos formam o maior grupo, com mais de 30.000 estruturas conhecidas. São classificados de acordo com o número de unidades de isopreno, como hemiterpenos, monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, sesterterpenos, triterpenos e tetraterpenos que possuem, respectivamente, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 átomos de carbonos em sua estrutura (Cechinel Filho, Yunes, 2009). Um terpeno contendo oxigênio é chamado de terpenoide (Bakkali, Idaomar, 2008).

Além disso, os terpenos são responsáveis pela fragrância das plantas, os óleos essenciais (Cowan, 1999), pela produção de esteroides, carotenoides e clorofila (Dewick, 2002).

Terpenos se destacam pela ação antimicrobiana, apresentando atividade contra distintos microrganismos patogênicos (Pichette et al., 2006). Dentre os terpenos, se destacam os monoterpenos que têm sido relatados por sua atividade antitumoral (Ghosh et al., 2005; Jaafari et al., 2012), os triterpenóides e seus derivados por possuírem atividade antimitótica e inibição de crescimento de raiz (Cechinel Filho, Yunes, 2009) e, os sesquiterpenos, que apresentam funções protetoras contra fungos e bactérias.

3.3.2 Alcaloides

Os alcaloides são compostos nitrogenados encontrados principalmente em plantas, mas também em menor quantidade em microrganismos e animais. São classificados de acordo com o aminoácido precursor (Dewick, 2002).

A potente atividade biológica de alguns alcaloides levou à sua exploração como produtos farmacêuticos, estimulantes, narcóticos e venenos. Atualmente, o uso clínico dos alcaloides derivados de plantas inclui o uso como analgésicos (morfina e codeína), agentes anticancerígenos (vinblastina e taxol), relaxantes musculares e sedativos. Outros alcaloides de origem vegetal com importante ação farmacológica incluem a cafeína, nicotina, cocaína e morfina (Facchini, 2001). Além disso, os alcaloides são citados por terem propriedades antimicrobianas (Cowan, 1999; Sato, Kumagai, 2013) e contra a infecção por HIV (McMahon et al., 1995).

3.3.3 Flavonoides

Os flavonoides são uma classe muito extensa de produtos naturais distribuída no reino vegetal. Estão presentes em todas as partes das plantas, desde raízes até as flores e frutos. Ocorrem na forma livre (aglicona) ou ligados a açúcares (glicosídeos). Muitos

são coloridos (amarelos), atuando na atração de insetos para a polinização de plantas (Yao et al., 2004).

Os flavonoides são substâncias encontradas nas plantas em uma variedade de formas estruturais, todas contendo 15 átomos de carbono em seu núcleo básico (Harborne, 1984). Durante a biossíntese das várias classes de flavonoides, esses compostos podem sofrer várias modificações, tais como adição ou redução, hidroxilação, metilação de grupos hidroxila ou do núcleo dos flavonoides, dimerização (produzindo biflavonoides), glicosilação de grupos hidroxila (produzindo O-glicosídeos) ou em algum núcleo carbônico (produzindo C-glicosídeos) (Harborne, 1984; Yao et al., 2004).

Os flavonoides são os que mais se destacam nos alimentos, sendo os principais representantes do grupo a quercetina e o canferol (Manach et al., 2004). Devido à capacidade de estabilizar radicais livres e espécies reativas de oxigênio, têm sido considerados potentes antioxidantes naturais (Balasundram et al., 2006; Mamat et al., 2013).

3.3.4 Taninos

Os taninos são moléculas capazes de se combinar com as proteínas. Sua configuração química é composta por moléculas fenólicas relativamente volumosas, resultantes da polimerização de moléculas elementares de função fenol. Estas estruturas estão subdivididas em taninos hidrolisáveis e taninos condensados (Alonso, 2008).

Os taninos hidrolisáveis consistem de ésteres facilmente hidrolisáveis que produzem ácidos fenólicos (gálico) e açúcar, sendo indicados como antidiarreico. Os taninos condensados possuem estrutura química semelhante a dos flavonoides, demonstrando efeitos vaso-protetores e antioxidantes (Alonso, 2008).

Pesquisas sobre a atividade biológica dos taninos evidenciaram importante ação contra microrganismos (Monteiro et al., 2005), atividade antiviral (Theisen et al., 2014) e sobre seus efeitos em células do sistema imunológico (Holderness et al., 2008). Os taninos são substâncias responsáveis pela estrutura e adstringência dos vinhos e também presentes em sucos.

3.4 Atividade antifúngica de plantas

Os produtos naturais têm sido tradicionalmente utilizados no controle de várias doenças, pois eles são uma fonte de muitos compostos ativos que apresentam ação

terapêutica múltipla, além de constituir modelos para a síntese de um grande número de produtos farmacêuticos (Damke et al., 2011).

As plantas têm sido reconhecidas como uma importante fonte de diferentes componentes químicos, como os terpenoides, alcaloides, fenóis, taninos, saponinas, antraquinonas, cumarinas, óleos essenciais e outros, os quais são produtos efetivos para o controle de doenças (Marei et al., 2012) e tem sido identificados por possuir atividade antifúngica (Cowan, 1999; Johann et al., 2010; Damke et al., 2011; Ntie-kang et al., 2013).

3.4.1 Plantas com atividades contra fungos de interesse médico

As doenças causadas por fungos patogênicos representam um problema para a saúde humana, sendo uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo, já que são de difícil tratamento. Além disso, o aparecimento de patógenos resistentes aos antifúngicos representa um sério problema de saúde pública (Keymanesh et al., 2009).

Nas últimas três décadas, os fungos patogênicos resistentes, particularmente as espécies de *Candida*, causaram grandes problemas à saúde em todo o mundo, principalmente em mulheres.

A conversão de comensalismo ao parasitismo, geralmente está associada às alterações ambientais. Espécies de *Candida* têm a capacidade de crescer sob diversas condições ambientais, como dentaduras e superfícies da mucosa oral, que podem proporcionar um local adequado para o seu crescimento (Nordin et al., 2013). Diferentes espécies de *Candida* são variavelmente suscetíveis a drogas ainda dentro da mesma espécie, e algumas espécies podem desenvolver resistência aos agentes antifúngicos prescritos comuns (Ellis, 2002). Assim, a resistência dos fungos às drogas é cada vez mais preocupante e, diante disso, a busca por plantas com atividade antifúngica ganha cada vez mais importância nos últimos anos (Ouédraogo et al., 2012).

Sendo assim, Ríos and Recio (2005) sugerem que o estudo de plantas medicinais como agentes antimicrobianos é essencial, e que as pesquisas nesta área devem ser conduzidas até o agente responsável pela atividade ser determinado ou, conforme o caso, a fração ou extratos mais ativos sejam descobertos. E que diferentes tipos de estudos sobre os mecanismos de ação, além de interações com antibióticos ou outras plantas medicinais ou compostos sejam realizados.

3.4.2 Plantas com atividades contra fungos de interesse agrônômico

Fungicidas e pesticidas à base de plantas parecem ser uma das melhores alternativas pelo impacto ambiental mínimo e diminuição do perigo para o consumidor, em contraste com os pesticidas sintéticos (Dubey et al., 2008). Pesticidas e fungicidas sintéticos causam vários efeitos colaterais, que incluem carcinogenicidade, teratogenicidade e toxicidade residual (Satish et al., 2007; Fathima et al., 2009). Neste sentido, o controle biológico é uma importante alternativa na redução de doenças em vegetais em nível econômico e diminui o uso de fungicidas químicos (Krauss, Soberanis, 2001).

Os fungos podem parasitar plantas e promover doenças, onde pode-se destacar o fungo *Moniliophthora perniciosa* ((Stahel) Aime & Phillips-Mora, 2005).

3.4.2.1 *Moniliophthora perniciosa*

M. perniciosa é um fungo fitopatogênico que infecta o cacau (*Theobroma cacao* L.), causando a doença conhecida como vassoura-de-bruxa (Figura 1). Este fungo impactou severamente a produção de cacau no Brasil, após a sua introdução na região Sul da Bahia, que era a principal região produtora de cacau no país (Meinhardt et al., 2008) provocando perdas e graves problemas socioeconômicos e ambientais para a região (Loguercio et al., 2009).

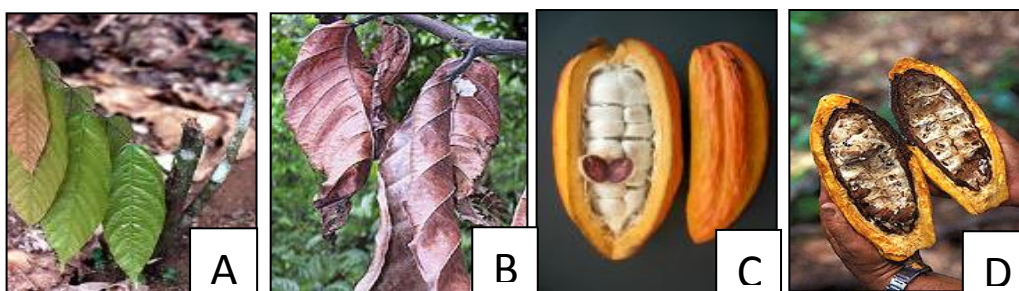


Figura 1. Folhas saudáveis do *Theobroma cacao* (A), folhas infectadas (B), frutos saudáveis (C) e necrose nos frutos (D) (Adaptado de Macedo et al., 2009).

M. perniciosa possui um ciclo de vida hemibiotrófico, passando pelas fases biotrófica e necrotrófica (Figura 2) (Griffith, Hedger, 1994). O ciclo inicia com a germinação dos basidiósporos em tecidos lesados ou em tecidos meristemáticos do cacaueiro como almofadas florais, brotos, flores e frutos em desenvolvimento (Evans, Barreto, 1996). Esta germinação dos basidiósporos forma um micélio primário, monocariótico, que invade o espaço apoplástico (intercelular) da planta. Este período de

infecção da planta pelo fungo é denominado de fase biotrófica ou parasitária, onde o fungo hospeda o tecido vivo da planta, sendo responsável pelos sintomas de vassoura verde (Evans, Bastos, 1980).

A fase necrotrófica ou saprofítica é responsável pelos sintomas de vassoura seca no cacau. Isso ocorre quando o fungo atinge o tecido, iniciando um processo de necrose, associada à mudança do fungo para um micélio secundário, dicariótico, que coloniza o tecido inter e intracelular (Evans, Bastos, 1980).

Após estímulos ambientais, como períodos intermitentes de umidade e seca e sob condições ambientais favoráveis de luminosidade (Purdy, Schmidt, 1996), o micélio saprofítico sofre uma morfogênese complexa para formar estruturas de frutificação, os basidiocarpos, que carregam os basidiósporos que são liberados sob condições ambientais favoráveis, infectando novamente o cacau (Kilaru, Hasenstein, 2005).

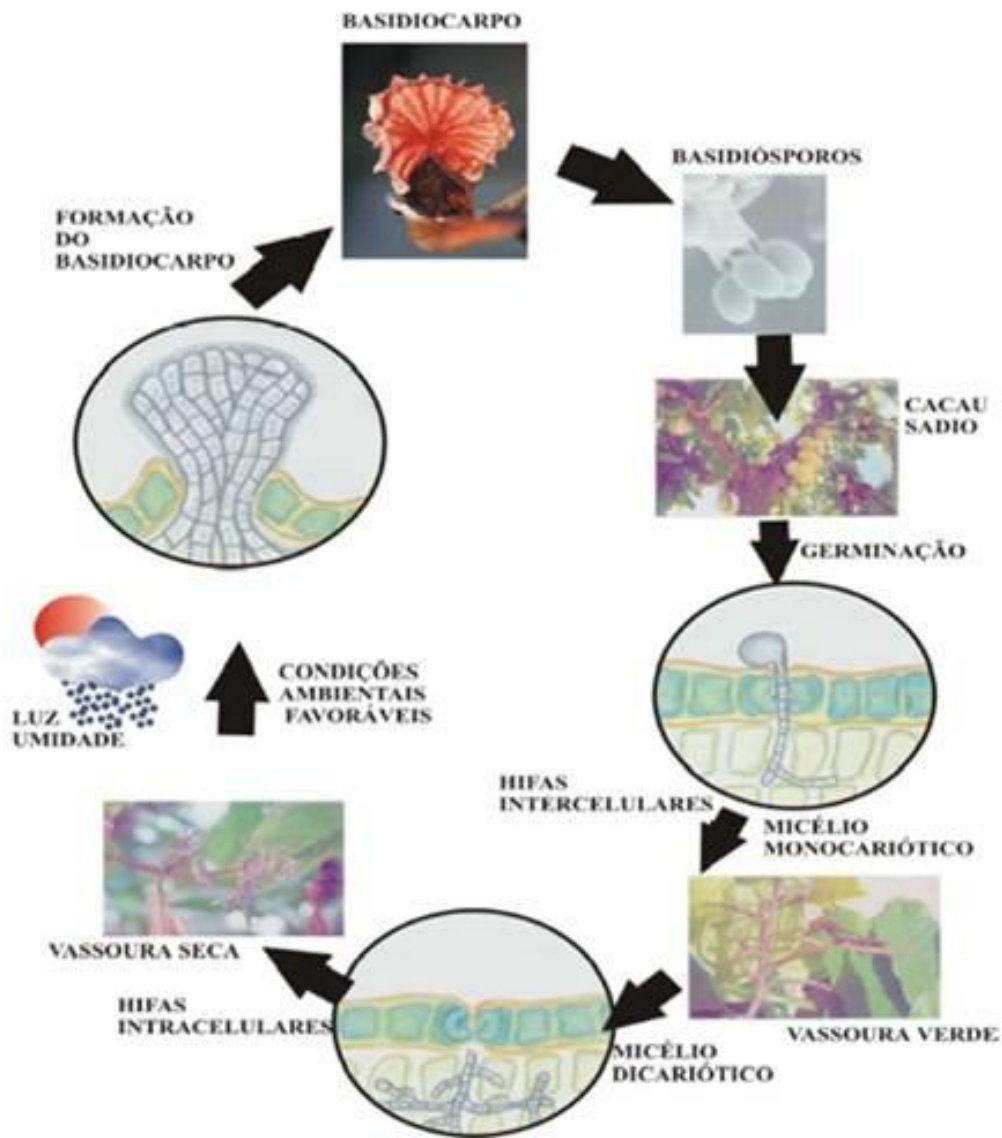


Figura 2. Ciclo de vida do fungo hemibiotrófico *Moniliophthora perniciosa*. Adaptado de Cotomacci (2004).

Muitas estratégias têm sido desenvolvidas no Brasil com a tentativa de controlar esta doença, algumas destas estão destacadas cronologicamente: poda fitossanitária (Pereira et al., 1996), utilizando como biocontrole misturas de micoparasitas (Krauss, Soberanis, 2001), caracterização da protease produzida por *Trichoderma harzianum* (Marco and Felix, 2002), poda fitossanitária associada ao óxido cuproso (Almeida et al., 2003), poda fitossanitária mensal aliada à aplicação de fungicida mensal (Alves et al., 2006), desenvolvimento de plantas mais resistentes (Neto et al., 2005; Paim et al., 2006).

Além disso, estudos de fungicidas biológicos são frequentes, como o uso do extrato da planta *Azadirachta indica* (A. Juss), que reduziu a germinação dos esporos de

M. pernicioso (Ramos et al., 2007), uso de fungos endofíticos isolados de *Theobroma cacao* (Mejía et al., 2008) e leveduras de frutas e de solo isoladas com atividade micocinogênica (Cabral et al., 2009).

O desenvolvimento do produto comercializado TRICOVAB[®], que contém um micoparasita da vassoura-de-bruxa, o *Trichoderma stromaticum*, e atualmente tem sido utilizado (De Souza et al., 2008; Loguercio et al., 2009). Entretanto, outros produtos têm sido estudados, como antifúngicos químicos de derivados azólicos (Mota et al., 2010), produtos biológicos associados a substâncias químicas, como o uso do produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado (Costa et al., 2010). Além disso, são frequentes os estudos moleculares para esclarecer os mecanismos de interação patógeno-hospedeiro (Camillo et al., 2013; Pereira et al., 2013; Menezes et al., 2014).

Recentemente, fungos endofíticos derivados das plantas *Luehea divaricata* (Bernardi-Wenzel et al., 2013) e *Trichilia elegans* (Flores et al., 2013) foram avaliados sobre o potencial fungicida. Falcão et al. (2014) mostraram a atividade antimicrobiana de *Bacillus subtilis* contra *M. pernicioso* e promoção de crescimento em *T. cacao*, sugerindo como um agente de controle biológico.

Entretanto, no que se refere a controle biológico *in vivo*, os estudos mais recentes indicam que alternando o fungicida hidróxido de cobre com o biocontrole *T. stromaticum*, sem a poda fitossanitária da vassoura, é a melhor estratégia para controlar a doença na Bahia, também resultando em melhores rendimentos e retornos econômicos (Medeiros et al., 2010). Porém, nenhum resultado obtido até o momento demonstrou controle efetivo e definitivo da doença.

3.5 Extratos de plantas com potencial biotecnológico para controle biológico: depósitos de patentes

As plantas podem ser incluídas nas invenções biotecnológicas patenteáveis desde que a exequibilidade técnica da invenção não se limite a planta, mas sim a um processo ou produtos obtidos por meio de um processo (Giugni, Giugni, 2010).

No Brasil, têm sido depositadas com pouca frequência patentes relacionadas a plantas ou produtos naturais para fins de controle biológico. Como, por exemplo, os derivados de plantas do gênero *Calceolaria* descritas com atividades pesticidas (Khambay et al., 1995); o extrato etanólico de própolis e mel foi relatado por seus usos como fungicida no controle de doenças de plantas, como a cercosporiose e ferrugem do cafeeiro (Pereira, Carvalho, 2005); e uma composição à base de extratos de cascas de

frutos de café de *Coffea* spp. para o controle de doenças, induzindo a resistência em plantas contra fungos (Resende et al., 2007).

Patentes internacionais são mais frequentes, como por exemplo, o pesticida constituído por uma combinação de matérias-primas botânicas (suco de rabanete, cebola, alho, porções de pimentão, suco de *Zanthoxylum*, extrato etanólico de folhas do pinho e outras), por repelir pragas, sendo inofensivo para pessoas e animais, além de não causar poluição ambiental, e aplicável para o controle de doenças de plantas e pragas de insetos (Wang, 2009).

Em 2011, foi depositada a invenção da aplicação de extrato etanólico e extrato aquoso da planta *Elephantopus tomentosus* L. com atividade bactericida, indicado como adubo verde para prevenção e controle da produção de tabaco, apresentando benefícios econômico, social e ecológico (Haofu, 2011). O uso de alho foi descrito no controle de doenças e pragas de plantas (Aleksandrovich, Sergeevna, 2013) e o extrato aquoso de *Cynanchum glaucescens* (Decne.) Hand.-Mazz. foi relatado por controlar doenças de uma planta frutífera (Wangpeng, 2013).

O processo de extração de ingrediente ativo de *Artemisiae argyi* levl. et vant. apresentou resistência à doença de plantas (Baoan et al., 2014). Uma fórmula de mistura de componentes naturais com folhas, rizomas e frutas de plantas usadas na medicina chinesa tradicional, foi descrita como efetiva em prevenir e tratar várias doenças de plantas e pragas de insetos (Xueyong, 2014).

Referências

- Afolayan, A.J., Grierson, D.S., Mbeng, W.O., 2014. Ethnobotanical survey of medicinal plants used in the management of skin disorders among the Xhosa communities of the Amathole District, Eastern Cape, South Africa. *Journal of ethnopharmacology* 153, 220–32. doi:10.1016/j.jep.2014.02.023
- Ahmed, N., Mahmood, A., Tahir, S.S., Bano, A., Naseem Malik, R., Hassan, S., Ashraf, A., 2014. Ethnomedicinal knowledge and relative importance of indigenous medicinal plants of Cholistan desert, Punjab Province, Pakistan. *Journal of ethnopharmacology* 155, 1263–75. doi:10.1016/j.jep.2014.07.007
- Akins, R., 2005. An update on antifungal targets and mechanisms of resistance in *Candida albicans*. *Medical Mycology* 43, 285–318.
- Albuquerque, U.P. De, Hanazaki, N., 2006. As pesquisas etnodirigidas na descoberta de novos fármacos de interesse médico e farmacêutico : fragilidades e perspectivas. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16, 678–689.
- Albuquerque, U.P., Muniz de Medeiros, P., de Almeida, A.L.S., Monteiro, J.M., Machado de Freitas Lins Neto, E., Gomes de Melo, J., dos Santos, J.P., 2007. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. *Journal of ethnopharmacology* 114, 325–54. doi:10.1016/j.jep.2007.08.017
- Aleksandrovich, A.P., Sergeevna, S.E., 2013. Method of preparing agent for biological plant protection. RU2011132180 (A).
- Almeida, L.C.C., Costa, A.Z. de M.C., Costa, R. da, Mendonça, S., 2003. Efeito do número de remoções de partes doentes do cacauieiro e número de aplicações de óxido cuproso no controle da vassoura-de-bruxa na bahia. *Agrotropica* 15, 2003.
- Alonso, J.R., 2008. FITOMEDICINA curso para profissionais da área da saúde, 1a ed. Pharmabooks editora, São Paulo.
- Alves, S.A.M., Pomella, A.W. V, Aitken, W.M., Filho, A.B., 2006. Curvas de Progresso e Gradientes da Vassoura-de-Bruxa (*Crinipellis perniciososa*) em Cacauieiros Enxertados em Uruçuca , Bahia. *Fitopatol. Bras.* 31, 483–491.
- Bakkali, F., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology* 46, 446–475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99, 191–203. doi:10.1016/j.foodchem.2005.07.042
- Balunas, M.J., Kinghorn, a D., 2005. Drug discovery from medicinal plants. *Life sciences* 78, 431–41. doi:10.1016/j.lfs.2005.09.012
- Baoan, S., Yu, H., Deyu, H., Wei, X., Zhihua, W., Meihang, C., Linhong, J., Ming, H., Zhuo, C., Xiangyang, L., 2014. Method for extracting active ingredient of folium artemisiae argyi and application of active ingredient in resistance of plant disease. CN103848843 (A).

- Baptista, M.M., Ramos, M.A., de Albuquerque, U.P., Coelho-de-Souza, G., Ritter, M.R., 2013. Traditional botanical knowledge of artisanal fishers in southern Brazil. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 9, 54. doi:10.1186/1746-4269-9-54
- Bennett, B.C., Prance, G.T., 2000. Introduced Plants In The Indigenous Pharmacopoeia Of Northern South America. *Economic Botanic* 54, 90–102.
- Bernardi-Wenzel, J., Garcia, a, Azevedo, J.L., Pamphile, J. a, 2013. Molecular characterization by amplified ribosomal DNA restriction analysis and antimicrobial potential of endophytic fungi isolated from *Luehea divaricata* (Malvaceae) against plant pathogenic fungi and pathogenic bacteria. *Genetics and molecular research : GMR* 12, 5072–84. doi:10.4238/2013.October.29.2
- Bettiol, W., Morandi, A.A.B., 2009. *Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas*, 1a ed. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariuna.
- Bieski, I.G.C., Rios Santos, F., de Oliveira, R.M., Espinosa, M.M., Macedo, M., Albuquerque, U.P., de Oliveira Martins, D.T., 2012. Ethnopharmacology of medicinal plants of the pantanal region (mato grosso, Brazil). Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM 2012, 272749. doi:10.1155/2012/272749
- Brasil, 2006. *Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos*, Ministério da Saúde. Brasil.
- Cabral, A.D.S., Maria, P., Carvalho, B. De, Pinotti, T., Hagler, A.N., 2009. Killer yeasts inhibit the growth of the phytopathogen *moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease. *Brazilian Journal of Microbiology* 40, 108–110.
- Cakilcioglu, U., Khatun, S., Turkoglu, I., Hayta, S., 2011. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey). *Journal of ethnopharmacology* 137, 469–86. doi:10.1016/j.jep.2011.05.046
- Camillo, L.R., Filadelfo, C.R., Monzani, P.S., Corrêa, R.X., Gramacho, K.P., Micheli, F., Pirovani, C.P., 2013. Tc-cAPX, a cytosolic ascorbate peroxidase of *Theobroma cacao* L. engaged in the interaction with *Moniliophthora perniciosa*, the causing agent of witches' broom disease. *Plant physiology and biochemistry : PPB / Société française de physiologie végétale* 73, 254–65. doi:10.1016/j.plaphy.2013.10.009
- Cechinel Filho, V., Yunes, R.A., 2009. *Química de produtos naturais novos fármacos e a moderna farmacognosia*, 2a ed. Univali, Univali (Universidade do Vale do Itajaí).
- Costa, J.D.C.B., Resende, L.V.V., Ribeiro Júnior, M.P., Camilo, R.F., Monteiro, A.C.A., Pereira, R.B., 2010. Indução de resistência em mudas de cacaueteiro contra *Moniliophthora perniciosa* por produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado. *Tropical Plant Pathology* 35, 285–294.
- Cotomacci, C., 2004. Análise genômica do sistema mating type de *Crinipellis perniciosa*, fungo causador da vassoura-de-bruxa em *Theobroma cacao*. UNICAMP.
- Cowan, M.M., 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical microbiology reviews* 12, 564–582.
- Damke, E., Tsuzuki, J.K., Cortez, D.A.G., Ferreira, I.C.P., Bertoni, T.A., Batista, M.R., Donati, L., Svidzinski, T.I.E., Consolaro, M.E.L., 2011. In vivo activity of *Sapindus saponaria*

against azole-susceptible and -resistant human vaginal *Candida* species. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 11, 35. doi:10.1186/1472-6882-11-35

- Dantas Neto, A., Corrêa, R.X., Monteiro, W.R., Luz, E.D.M.N., Gramacho, K.P., Lopes, U. V., 2005. Caracterização de uma População de Cacaueiro para Mapeamento de Genes de Resistência à Vassoura-de-Bruxa e Podridão-Parda *. *Fitopatol. Bras.* 30, 380–386.
- Das, J., Mannan, A., Rahman, M., Dinar, A.M., Uddin, M.E., Khan, I.N., Habib, R., Hasan, N., 2011. Chloroform and Ethanol Extract of *Spondias Pinnata* and its Different Pharmacological activity Like- Antioxidant , Cytotoxic , Antibacterial Potential and Phytochemical Screening through In-Vitro Method. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences.*
- De Souza, J.T., Bailey, B. a., Pomella, a. W.V., Erbe, E.F., Murphy, C. a., Bae, H., Hebbar, P.K., 2008. Colonization of cacao seedlings by *Trichoderma stromaticum*, a mycoparasite of the witches' broom pathogen, and its influence on plant growth and resistance. *Biological Control* 46, 36–45. doi:10.1016/j.biocontrol.2008.01.010
- Dewick, P.M., 2002. *Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach*, 2a ed. John Wiley & Sons, New York.
- Dubey, N.K., Srivastava, B., Kumar, A., 2008. Current Status of Plant Products as Botanical Pesticides in storage pest management. *Journal of Biopesticides* 1, 182–186.
- El-Darier, S.M., El-Mogaspi, F.M., 2009. Ethnobotany and Relative Importance of Some Endemic Plant Species at El-Jabal El-Akhdar Region (Libya). *World Journal of Agricultural Sciences* 5, 353–360.
- Ellis, D., 2002. Amphotericin B: spectrum and resistance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 49, 7–10. doi:10.1093/jac/49.suppl_1.7
- Engels, C., Gräter, D., Esquivel, P., Jiménez, V.M., Gänzle, M.G., Schieber, A., 2012. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L .) peels by ultra high-performance liquid chromatography / electrospray ionization mass spectrometry. *FRIN* 46, 557–562. doi:10.1016/j.foodres.2011.04.003
- Evans, H.C., Barreto, R.W., 1996. *Crinipellis pernicios*a: A much investigated but little understood fungus. *Mycologist* 10, 58–61. doi:10.1016/S0269-915X(96)80097-8
- Evans, H.C., Bastos, C.N., 1980. Basidiospore germination as a means of assessing resistance to *Crinipellis pernicios*a (witches' broom disease) in cocoa cultivars. *Transactions of the British Mycological Society* 74, 525–536. doi:10.1016/S0007-1536(80)80052-0
- Facchini, P.J., 2001. ALKALOID BIOSYNTHESIS IN PLANTS: Biochemistry, Cell Biology, Molecular Regulation, and Metabolic Engineering Applications. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology* 52, 29–66. doi:10.1146/annurev.arplant.52.1.29
- Falcão, L.L., Silva-Werneck, J.O., Vilarinho, B.R., da Silva, J.P., Pomella, a. W. V., Marcellino, L.H., 2014. Antimicrobial and plant growth-promoting properties of the cacao endophyte *Bacillus subtilis* ALB629. *Journal of applied microbiology* 116, 1584–92. doi:10.1111/jam.12485

- Fathima, S.K., Bhat, S.S., Girish, K., 2009. Efficacy of some essential oils against *Phomopsis azadirachtae* - the incitant of die-back of neem. *Journal of Biopesticides* 2, 157–160.
- Flores, A.C., Pamphile, J.A., Sarragiotto, M.H., Clemente, E., 2013. Production of 3-nitropropionic acid by endophytic fungus *Phomopsis longicolla* isolated from *Trichilia elegans* A. JUSS ssp. *elegans* and evaluation of biological activity. *World journal of microbiology & biotechnology* 29, 923–32. doi:10.1007/s11274-013-1251-2
- Friedman, J., Yaniv, Z., Dafni, A., Palewitch, D., 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among bedouins in the Negev desert, Israel. *Journal of Ethnopharmacology* 16.
- Ghosh, R., Nadiminty, N., Fitzpatrick, J.E., Alworth, W.L., Slaga, T.J., Kumar, A.P., 2005. Eugenol causes melanoma growth suppression through inhibition of E2F1 transcriptional activity. *The Journal of biological chemistry* 280, 5812–9. doi:10.1074/jbc.M411429200
- Giugni, D., Giugni, V., 2010. Intellectual Property: a powerful tool to develop biotech research. *Microbial biotechnology* 3, 493–506. doi:10.1111/j.1751-7915.2010.00172.x
- Griffith, G.W., Hedger, J.N., 1994. *newphytol.pdf*. *New Phytologist* 127, 243–259.
- Haofu, D., 2011. Application of *elephantopus tomentosus* in preventing and treating tobacco bacterial wilt. 102283257.
- Harborne, J., 1984. *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis.*, Chapman an. ed. London.
- Holderness, J., Hedges, J.F., Daughenbaugh, K., Kimmel, E., Graff, J., Jutila, M.A., 2008. Response of yo T cells to plant-derived tannins. *Crit Rev Immunol* 28, 377–402.
- Jaafari, A., Tilaoui, M., Mouse, H.A., Aboufatima, R., Lepoivre, M., Ziad, A., 2012. Comparative study of the antitumor effect of natural monoterpenes : relationship to cell cycle analysis. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22, 534–540.
- Johann, S., Sá, N.P., Lima, L.A.R.S., Cisalpino, P.S., Cota, B.B., Alves, T.M.A., Siqueira, E.P., Zani, C.L., 2010. Antifungal activity of schinol and a new biphenyl compound isolated from *Schinus terebinthifolius* against the pathogenic fungus *Paracoccidioides brasiliensis*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials* 9, 30. doi:10.1186/1476-0711-9-30
- Kayser, O., Kiderlen, A.F., Croft, S.L., Koch-institut, R., 2003. Natural Products as potential antiparasitic drugs. *Parasitology Research* 90, 55–62.
- Keymanesh, K., Hamed, J., Moradi, S., Mohammadipanah, F., Sardari, S., 2009. Antibacterial, antifungal and toxicity of rare Iranian plants. *International Journal of Pharmacology* 5, 81–85.
- Khafagi, I.K., Dewedar, a, 2000. The efficiency of random versus ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds. *Journal of ethnopharmacology* 71, 365–76.

- Khambay, B.P.S., Batty, D., Jewess, P.J., Bateman, G.L., Hollomon, D.W., 2003. Mode of action and pesticidal activity of the natural product dunnione and of some analogues †. *Pest Manag Sci* 182, 174–182. doi:10.1002/ps.632
- Khambay, B.P.S., Batty, D., Niemeyer, Marich August Hermann Cahill, M.R., 1995. Composto de fórmula genérica I e seu uso, extrato de uma espécie de calceolaria; composição pesticida; e processo de combate a pragas em um local. PI 9410299.3.
- Kilaru, A., Hasenstein, K.H., 2005. Development and Pathogenicity of the Fungus *Crinipellis pernicioso* on Interaction with Cacao Leaves. *Biochemistry and Cell Biology* 95, 101–107. doi:10.1094/PHYTO-95-0101
- Krauss, U., Soberanis, W., 2001. Biocontrol of Cocoa Pod Diseases with Mycoparasite Mixtures. *Biological Control* 158, 149–158. doi:10.1006/bcon.2001.0956
- Liman, R., Gökçe, U.G., Akyıl, D., Eren, Y., 2012. Evaluation of genotoxic and mutagenic effects of aqueous extract from aerial parts of *Linaria genistifolia* subsp . *genistifolia*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 541–548.
- Loguercio, L.L., Carvalho, A., Carvalho, D., Rocha, G., Teodoro, J., Souza, D., Villela, A.W., 2009. Selection of *Trichoderma stromaticum* isolates for efficient biological control of witches ' broom disease in cacao. *Biological Control* 51, 130–139. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.06.005
- Macedo, V.U.M., Santos Júnior, M.C., Taranto, A., Souza, C.S., Galante, R.S., Andrade, B.S., Assis, S.A., Aristóteles, G.N., 2009. Aspectos gerais do *moniliophthora pernicioso* (stahel) Aime & Phillips-mora, o agente etiológico da vassoura-de-bruxa. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 9, 57–65.
- Machado, T.B., Leal, I.C.R., Kuster, R.M., Amaral, A.C.F., Kokis, V., de Silva, M.G., dos Santos, K.R.N., 2005. Brazilian phytopharmaceuticals--evaluation against hospital bacteria. *Phytotherapy research : PTR* 19, 519–25. doi:10.1002/ptr.1696
- Maciel, M.A., Pinto, A.C., Veiga Jr, V.F., 2002. Plantas Medicinais: A necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova* 25, 429–438.
- Mamat, S.S., Kamarolzaman, M.F.F., Yahya, F., Mahmood, N.D., Shahril, M.S., Jakius, K.F., Mohtarrudin, N., Ching, S.M., Susanti, D., Taher, M., Zakaria, Z.A., 2013. Methanol extract of *Melastoma malabathricum* leaves exerted antioxidant and liver protective activity in rats. *BMC complementary and alternative medicine* 13, 326. doi:10.1186/1472-6882-13-326
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition* 79, 727–47.
- Marco, J.L. De, Felix, C.R., 2002. Characterization of a protease produced by a *Trichoderma harzianum* isolate which controls cocoa plant witches ' broom disease. *BMC Biochemistry* 7, 1–7.
- Marei, G.I.K., Rasoul, M.A.A., Abdelgaleil, S.A.M., 2012. Comparative antifungal activities and biochemical effects of monoterpenes on plant pathogenic fungi. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 103, 56–61. doi:10.1016/j.pestbp.2012.03.004

- McMahon, J.B., Currens, M.J., Gulakowski, R.J., Buckheit, R.W.J., Lackman-Smith, C., Hallock, Y.F., Boyd, M.R., 1995. Michellamine B, a novel plant alkaloid, inhibits human immunodeficiency virus-induced cell killing by at least two distinct mechanisms. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 39, 484–488.
- Medeiros, F.H. V, Pomella, A.W. V, Souza, J.T. De, Niella, G.R., Valle, R., Bateman, R.P., Fravel, D., Vinyard, B., Hebbar, P.K., 2010. A novel , integrated method for management of witches ' broom disease in Cacao in Bahia , Brazil. *Crop Protection* 29, 704–711. doi:10.1016/j.cropro.2010.02.006
- Meinhardt, L.W., Rincones, J., Bailey, B.A., Aime, M.C., Griffith, G.W., Zhang, D., Pereira, G.A.G., 2008. *Moniliophthora perniciosa* , the causal agent of witches ' broom disease of cacao : what ' s new from this old foe ? *Molecular Plant Pathology* 9, 577–588. doi:10.1111/J.1364-3703.2008.00496.X
- Mejía, L.C., Rojas, E.I., Maynard, Z., Bael, S. Van, Arnold, a. E., Hebbar, P., Samuels, G.J., Robbins, N., Herre, E.A., 2008. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control* 46, 4–14. doi:10.1016/j.biocontrol.2008.01.012
- Melo, J.G., Santos, A.G., de Amorim, E.L.C., do Nascimento, S.C., de Albuquerque, U.P., 2011. Medicinal plants used as antitumor agents in Brazil: an ethnobotanical approach. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM* 2011, 365359. doi:10.1155/2011/365359
- Menezes, S.P., Silva, E.M.A., Lima, E.M., Sousa, A.O. de, Andrade, B.S., Lemos, L.S.L., Gramacho, K.P., Gesteira, A. da S., Pirovani, C.P., Micheli, F., 2014. The pathogenesis-related protein PR-4b from *Theobroma cacao* presents RNase activity, Ca(2+) and Mg(2+) dependent-DNase activity and antifungal action on *Moniliophthora perniciosa*. *BMC plant biology* 14, 161. doi:10.1186/1471-2229-14-161
- Montanari, R.M., Barbosa, L.C.A., Demuner, A.J., Silva, C.J., Andrade, N.J., Ismail, F.M.D., Barbosa, M.C.A., 2012. Exposure to Anacardiaceae Volatile Oils and Their Constituents Induces Lipid Peroxidation within Food-Borne Bacteria Cells. *Molecules* 17, 9728–9740. doi:10.3390/molecules17089728
- Monteiro, J.M., de Albuquerque, U.P., Lins-Neto, E.M.D.F., de Araújo, E.L., de Amorim, E.L.C., 2006. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. *Journal of ethnopharmacology* 105, 173–86. doi:10.1016/j.jep.2005.10.016
- Monteiro, J.M., Paulino, U., Albuquerque, D., Lima, E. De, 2005. Taninos: Uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova* 28, 892–896.
- Mota, S.G.R., Barros, T., Castilho, M.S., 2010. In vitro Screening and Chemometrics Analysis on a Series of Azole Derivatives with Fungicide Activity Against *Moniliophthora perniciosa*. *J. Braz. Chem. Soc* 21, 510–519.
- Mothana, R.A., Lindequist, U., Gruenert, R., Bednarski, P.J., 2009. Studies of the in vitro anticancer, antimicrobial and antioxidant potentials of selected Yemeni medicinal plants from the island Soqatra. *BMC complementary and alternative medicine* 9, 7. doi:10.1186/1472-6882-9-7
- Namdeo, a. G., 2007. Plant Cell Elicitation for Production of Secondary Metabolites : A Review. *Pharmacognosy reviews* 1, 69–79.

- Nasim, S.A., Aslam, J., Kapoor, R., Khan, S.A., 2010. Secondary metabolites production through biotechnological intervention: A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 22, 147–161.
- Newman, D.J., Cragg, G.M., Snader, K.M., 2003. Natural products as sources of new drugs over the period 1981-2002. *Journal of natural products* 66, 1022–37. doi:10.1021/np030096l
- Nordin, M.-A.-F., Wan Harun, W.H.A., Abdul Razak, F., 2013. Antifungal susceptibility and growth inhibitory response of oral *Candida* species to *Brucea javanica* Linn. extract. *BMC complementary and alternative medicine* 13, 8. doi:10.1186/1472-6882-13-342
- Ntie-kang, F., Lifongo, L.L., Meva, L., Ekwelle, N., Owono, L.C.O., Megnassan, E., Judson, P.N., Sippl, W., Efange, S.M.N., 2013. Cameroonian medicinal plants : a bioactivity versus ethnobotanical survey and chemotaxonomic classification. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 13, 1. doi:10.1186/1472-6882-13-147
- Ouédraogo, M., Konaté, K., Lepengué, A.N., Souza, A., M'Batchi, B., Sawadogo, L.L., 2012. Free radical scavenging capacity, anticandidal effect of bioactive compounds from *Sida cordifolia* L., in combination with nystatin and clotrimazole and their effect on specific immune response in rats. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials* 11, 33. doi:10.1186/1476-0711-11-33
- Paim, V.R.L., Luz, E.D., Pires, J.L., Silva, S.D., Souza, J.T., Albuquerque, P.S., Santos Filho, L.P., 2006. Sources of resistance to *Crinipellis pernicioso* in progenies of cacao accessions collected in the brazilian amazon. *Sci. Agric.* 63, 572–578.
- Patwardhan, B., 2005. Ethnopharmacology and drug discovery. *Journal of ethnopharmacology* 100, 50–2. doi:10.1016/j.jep.2005.06.006
- Pereira, A.C.F., Cardoso, T.H.S., Brendel, M., Pungartnik, C., 2013. In silico modeling of the *Moniliophthora pernicioso* Atg8 protein. *Genetics and Molecular Research* 12, 6619–6628.
- Pereira, C.S., Carvalho, S.J. de, 2005. Produtos apícolas (extrato etanólico de própolis e mel) e seus usos como fungicida no controle de doenças de plantas e nutriente foliar para plantas e fonte de carboidratos. PI0502448-0 A2.
- Pereira, J.L., Almeida, L.C., Santos, S.M., 1996. Witches ' broom disease of cocoa in Bahia : attempts at eradication and containment. *Crop Protection* 15, 743–752.
- Pichette, A., Larouche, P.-L., Lebrun, M., Legault, J., 2006. Composition and antibacterial activity of *Abies balsamea* essential oil. *Phytotherapy research : PTR* 20, 371–3. doi:10.1002/ptr.1863
- Purdy, L.H., Schmidt, R.A., 1996. STATUS OF CACAO WITCHES ' BROOM : Biology , Epidemiology , and Management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 34, 573–94.
- Rahman, S., Junaid, M., 2008. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Eupatorium triplinerve* vahl. against some human pathogenic bacteria and phytopathogenic fungi. *Bangladesh Journal of Botany* 37, 89–92.
- Ramos, A.R., Falcão, L.L., Barbosa, G.S., Marcellino, L.H., Gander, E.S., 2007. Neem (*Azadirachta indica* a. Juss) components: candidates for the control of *Crinipellis*

perniciosa and *Phytophthora* ssp. *Microbiological research* 162, 238–43.
doi:10.1016/j.micres.2006.06.004

- Resende, M.L.V. de R., Ishida, A.K.N., Santos, F. da S., Amaral, D.R., Costa, J. de C. do B., 2007. Composição para indução de resistência em plantas à base de extratos de cascas de frutos de café. PI 0705598-6 A2.
- Ríos, J.L., Recio, M.C., 2005. Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of ethnopharmacology* 100, 80–4. doi:10.1016/j.jep.2005.04.025
- Rischer, H., Hamm, A., Bringmann, G., 2002. *Nepenthes insignis* uses a C₂-portion of the carbon skeleton of l-alanine acquired via its carnivorous organs, to build up the allelochemical plumbagin. *Phytochemistry* 59, 603–609.
- Satish, S., Mohana, D.C., Raghavendra, M.P., Raveesha, K.A., 2007. Antifungal activity of some plant extracts against important seed borne pathogens of *Aspergillus* sp. *Journal of Agricultural Technology* 109–119.
- Sato, B.F., Kumagai, H., 2013. Review Microbial production of isoquinoline alkaloids as plant secondary metabolites based on metabolic engineering research. *Proceedings of the Japan Academy, Series B* 89, 165–182.
- Silva, F.D.S., Ramos, M. a., Hanazaki, N., Albuquerque, U.P. De, 2011. Dynamics of traditional knowledge of medicinal plants in a rural community in the Brazilian semi-arid region. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 21, 382–391. doi:10.1590/S0102-695X2011005000054
- Sivasankari, B., Anandharaj, M., Gunasekaran, P., 2014. An ethnobotanical study of indigenous knowledge on medicinal plants used by the village peoples of Thoppampatti, Dindigul district, Tamilnadu, India. *Journal of ethnopharmacology* 153, 408–23. doi:10.1016/j.jep.2014.02.040
- Theisen, L.L., Erdelmeier, C. a J., Spoden, G. a, Boukhallouk, F., Sausy, A., Florin, L., Muller, C.P., 2014. Tannins from *Hamamelis virginiana* bark extract: characterization and improvement of the antiviral efficacy against influenza A virus and human papillomavirus. *PLoS one* 9, e88062. doi:10.1371/journal.pone.0088062
- Vendruscolo, G.S., Mentz, L.A., 2006. Levantamento etnobotânico das plantas utilizadas como medicinais por moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Iheringia* 61, 83–103.
- Wang, J., 2009. Biological compound pesticide and preparation method thereof. CN101518273 (A).
- Wangpeng, S.H.I., 2013. Application of *Cynanchum glaucescens* extract in controlling *psylla chinensis*. CN103190450 (A).
- Xueyong, L., 2014. Preparation method of biological agent for planting organic vegetables. CN103598271 (A).
- Yao, L.H., Jiang, Y.M., Shi, J., Tomás- Barberán, F.A., Datta, N., Singanusong, R., Chen, S.S., 2004. Flavonoids in Food and their Health Benefits. *Plant Foods for Human Nutrition* 59, 113–122.

Comprovante de submissão Capítulo 1

Your recent submission to JEP

De: **Journal of Ethnopharmacology** (jethnoph@cbem.leidenuniv.nl)
Enviada: segunda-feira, 10 de novembro de 2014 21:38:07
Para: gabrielemarisco@hotmail.com

Dear Dr. Gabriele Marisco,

You have been listed as a Co-Author of the following submission:

Journal: Journal of Ethnopharmacology
Corresponding Author: Cristina Pungartnik
Co-Authors: Gabriele Marisco, MSc; Thalana S Silva; Renata Assunção, Master; Martin Brendel, PhD;
Title: The use of herbal medicine in a rural community in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil: An indication for pharmacological studies

If you did not co-author this submission, please contact the Corresponding Author of this submission at cpungartnik@yahoo.com.br; do not follow the link below.

An Open Researcher and Contributor ID (ORCID) is a unique digital identifier to which you can link your published articles and other professional activities, providing a single record of all your research.

We would like to invite you to link your ORCID ID to this submission. If the submission is accepted, your ORCID ID will be linked to the final published article and transferred to CrossRef. Your ORCID account will also be updated.

To do this, visit our dedicated page in EES. There you can link to an existing ORCID ID or register for one and link the submission to it:

<http://ees.elsevier.com/jep/l.asp?i=90407&l=LHE38PSS>

10/11/2014

Mensagem de Impressão do Outlook.com

More information on ORCID can be found on the ORCID website, <http://www.ORCID.org>, or on our help page: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/2210/p/7923

Like other Publishers, Elsevier supports ORCID - an open, non-profit, community based effort - and has adapted its submission system to enable authors and co-authors to connect their submissions to their unique ORCID IDs.

Thank you,

Journal of Ethnopharmacology

Capítulo 1: The use of herbal medicine in a rural community in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil: An indication for pharmacological studies

Gabriele Marisco^{1,2}, Thalana S.S. Silva¹, Renata Assunção^{1,2}, Martin Brendel², Cristina Pungartnik^{2*}

¹ Departamento Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia Estrada do Bem Querer, Km 4, Vitória da Conquista, Bahia, 45083-900, Brasil
gabrielemarisco@hotmail.com, thalana-souza@hotmail.com,
renatacorreiaassuncao@hotmail.com

² Departamento Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Laboratório de Biologia dos Fungos, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km-16, Salobrinho, Ilhéus, Bahia, 45662-000, Brasil. martinbrendel@yahoo.com.br, cpungartnik@yahoo.com.br.
+557336805438.

* Corresponding author

Keywords: ethnobotany, northeast Brazil, traditional medicine, medicinal plants

Abstract

Ethnopharmacological relevance: The present study evaluated the ethnomedicinal knowledge of the people in the community of São Sebastião, Vitória da Conquista, Bahia, using ethnobotanical tools in order to provide baseline information for future ethnopharmacological and phytochemical studies.

Materials and Methods: In semi-structured interviews 84 randomly chosen individuals of a defined rural area informed about the use of traditional medicinal plants in their community, thereby identifying their therapeutic potential. Traditional uses of cited species were categorized according to the ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (WHO)). The collected data were analyzed with quantitative methods, Informant consensus factor (ICF), the Relative importance (RI), and the scores were calculated by means of Fidelity level (FL).

Results: Forty-six plant species grown in the area traditionally used in treatment of various ailments were categorized for diseases: digestive system, respiratory problems, general symptoms/signs, nervous system and circulatory system. The plants *Lippia alba*, *Cymbopogon citratus* and *Foeniculum vulgare* had a RI >1, indicating important value to the community. Species with the highest level Fidelity Level (FL) values were *Spondias purpurea*, *Bauhinia forficata*, *Punica granatum*, *Matricaria chamomilla*, *Stryphnodendron adstringens*, *Foeniculum vulgare*, *Mentha piperita*, *Amburana cearensis* and *Dysphania ambrosioides*.

Conclusions: Medicinal plants are of great importance to the rural inhabitants of São Sebastião who still rely on them to treat a wide range of illnesses. The highest Fidelity Level (FL) values were *Spondias purpurea* (to treat hypertension) and *Amburana cearensis* (to indigestion). These species are promising candidates for pharmacological studies. It is suggested that plants with high FL deserve attention for pharmacological studies, phytochemical, toxicological and clinical trials so that they might be included in the National Program of Medicinal Plants and Phytotherapies of the Brazilian Sistema Único de Saúde, and safely prescribed by regional health teams.

1. Introduction

Brazil is a continental country with the following six different biomes: Amazon, Atlantic Forest, Cerrado, Caatinga, Pantanal, and Pampa (Melo et al., 2011). Of these biomes, three are represented in the state of Bahia (Atlantic Forest, Caatinga, Cerrado) (Rodal et al., 2008; Leal et al., 2005).

The traditional knowledge of medicinal plants used by indigenous populations of rural areas of Bahia has not received sufficient attention thus far, although, ethnobotanical studies from northeastern Brazil have recently been published (Almeida et al., 2006; Albuquerque et al., 2007; Ferreira Junior et al., 2012; Cruz et al., 2014; Lozano et al., 2014).

Vitoria da Conquista, Bahia was formerly (in the 18th century) inhabited by the Indian tribes of the Mongoiós (subgroup Camacãs), Ymborés (or Aimorés) and to a lesser extent the Pataxós. Their villages were scattered over a wide range known as the Sertão da Ressaca. Today, the original vegetation cover of Vitória da Conquista does not exceed 10% and consists of the Caatinga and Atlantic Forest biomes (Santos et al., 2008). This vegetation type is of fundamental importance for maintaining the quality of regional watersheds, such as the Rio Mole, Rio Pardo and Rio Caculé rivers that benefit a large population of southwestern Bahia (IBGE, 2014). The rural communities that are mainly composed of miscegenated Brazilian natives (indigenous communities) own diverse knowledge about plants and caring for the environment. Thus, research into these communities and how they address plants is needed so that their descendants can acquire their traditional knowledge (Cruz da Cunha and Albuquerque, 2006).

The use of medicinal plants has grown considerably in the second half of the 20th century across many parts of the world. In developing countries, including Northeastern Brazil (Albuquerque et al., 2007), 65-80% of the population depends exclusively on medicinal plants for the basic healthcare (Agra et al., 2007). Brazil is considered the seventh largest market related to the use of basic healthcare, and between 2006 to 2010 this market grew by 14%. It is also estimate that by 2015, Brazil will be the sixth largest market in this sector (Braun et al., 2012).

Important policies have been implemented in the last decade to encourage research and development related to the use of medicinal plants and herbal remedies that might be provided to the population safely and effectively in high quality forms to prioritize the country's biodiversity (Christo et al., 2012). Considering the actual

worldwide popular use of medicinal plants, the *Sistema Único de Saúde* (SUS, Brazilian Health System) of the Brazilian Ministry of Health has introduced the National Policy on Integrative and Complementary Practices and the National Policy on Medicinal Plants in 2006 (Antonio et al., 2014; Braun et al., 2012) that list some of the indications for the use of medicinal plants, such as *Aloe vera* L. (for the treatment of psoriasis and burns), *Salix alba* L. (for backaches) and *Rhamnus purshiana* DC. (to treat constipation). The increased prescription of medicinal plants via physicians of SUS has not only increased the consumption of these plants in health care but has also helped to educate the population about the possible dangers of their indiscriminate use. The increases in the prescription of local herbal medicines by qualified professionals and accurate information will help to prevent medical application of unsafe and ineffective plants (Bruning et al., 2012; Christo et al., 2010).

Different tools have been applied to quantify ethnobotanical data in complementary studies of plant usage in folk medicine. Thus, this collection of quantitative data could support the conservation of certain plant species and knowledge about their popular medical use primarily by informing the people about species with several therapeutic indications (Silva et al., 2014). Some of these tools have been successful in identifying the pharmacological potential of medicinal plants and thus enabled their effective application in herbal medicine (Baptista et al., 2013).

The present study evaluated the ethnomedicinal knowledge of the people in the community of São Sebastião, Vitória da Conquista, Bahia with ethnobotanical tools to provide baseline information for future ethnopharmacological and phytochemical studies.

2. Materials and Methods

2.1. Study area

The study area is located in the state of Bahia, and the survey was conducted in the village of São Sebastião, which belongs to the city of Vitória da Conquista (14° 47' S and 40° 39' W). São Sebastião is a small rural community of 2,730 inhabitants (1,325 men and 1,405 women, average monthly income of U\$ 280) for whom the use of medicinal plants might not only be a tradition but also an economic necessity. Indeed, this area, as elsewhere in Brazil, still hosts many Brazilian native plants that are worth

thorough study and protection (Albuquerque et al., 2009; Zank and Hanazaki, 2012). Fig. 1 shows the detailed location of the study area.

2.2. Ethnobotanical survey

Data were collected from 2012 to 2014. The participants signed the Term of Free and Clarified Assent (demanded by the National Health Council through the Ethics and Research Committee, Resolution 196/96 of the CNS/MS). This study was approved by the Committee of Ethics in Research with Human Beings (CEP) of the State University of Southwestern Bahia (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB) (N° 0134.0.454.000.11).

Data from semi-structured questionnaires provided information about the respondents' profiles and knowledge about plants used in medicinal therapy, how that knowledge was acquired, the plants frequently used by that community and their common therapeutic indications. The cited regional plant species were collected, identified and integrated into the collection of the herbarium at UESB, Vitória da Conquista (HUESBVC).

2.3 Data analysis

The citations for therapeutic purposes were classified according to the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10) established by the World Health Organization (WHO, 2011). The informant consensus factor (ICF) was calculated for each ailment category to identify the agreement of the informants about the reported cures for each group of diseases (Heinrich et al., 1998). The relative importance value (RI), which is a measure of the diversity of the medicinal applications of a substance, was calculated for each medicinal plant cited by the informants (Bennett and Prance, 2000). The highest possible RI value (2.0) indicates species with the highest diversity of medicinal use. The scores were calculated with the Fidelity Level (FL) (Friedman et al., 1986).

2.3.1 Informant consensus factor

The citations for therapeutic purposes were classified according to ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) established by World Health Organization (WHO, 2011). The Informant Consensus

Factor (ICF) in the different categories of diseases/disorders is calculated in order to test the informant's knowledge on homogeneity. ICF values range from 0 to 1, values close to 1 are considered high if there is a well-defined criterion in the community and/or information is exchanged between informants. The ICF is calculated by the following formula: $ICF = \frac{nar - na}{nar - 1}$. The number of use citations in each category (nar) minus the number of species used (na), divided by the number of use citations in each category (nar) minus one (Heinrich et al., 1998).

2.3.2 Relative importance

The relative importance (RI) index was calculated according to Bennett and Prance, 2000, to verify their cultural importance (Almeida et al., 2006). Briefly, they calculated the RI for each introduced medicinal species based on the normalized number of pharmacological properties attributed to it and the normalized number of body systems (BS) it affects (e.g., genitourinary, gastrointestinal) and they considered the RI, as a measure of versatility, to be more precise than other modes of characterizing a plant's value.

The highest possible RI value (2.0) indicates the species with the highest diversity of medicinal use and was obtained by the following formula: $RI = \frac{NBS.S}{NBS.VS} + \frac{NP.S}{NP.VS}$. Where NBS is the number of body systems treated by a particular species (NBS.S) divided by the total number of body systems treated by the most versatile species (NBS.VS); and NP is the number of attributed properties of a particular species (NP.S) divided by the total number of properties attributed to the most versatile species (NP.VS).

2.3.3 Fidelity Level

Scores were calculated as Fidelity Level [FL] (Friedman et al., 1986), values of medicinal plants cited by three or more informants. $FL = \frac{Ip}{Iu} \times 100$, where Ip is the number of informants who independently indicated the use of a species for the same major ailment and Iu the total number of informants who mentioned the plant for any major ailment. Values of this calculation have been used as an indicator for bioprospecting, that is, to the selection of plants to be studied as a priority, as data from informants about the medicinal use of a particular plant, with high fidelity of use, can make it a candidate for pharmacological studies in the mentioned categories (Cakilcioglu et al., 2011).

3. Results and Discussion

3.1 Socio-demographic information

Eighty-four (84) community residents (16.7% men and 83.3% women between the ages of 18 and 80 years, half of whom declaring themselves "housewives") representing 84 families of whom 96% used medicinal plants to treat different diseases were interviewed. All visited houses were small and simple houses, the majority having a garden, relatimente great. Regarding the level of schooling, 10.8% were illiterate, 63.1% had not completed elementary school, 11.8% had not completed secondary school, and 14.3% had completed secondary school.

3.2 Acquisition, parts used and mode of preparation of the medicinal plants

Table 1 details 46 medicinal plants belonging to 30 families. This survey revealed that approximately 80% of the species with medicinal properties were cultivated in orchards or gardens in the backyards of houses; 15% were considered wild and extracted from the surrounding environments, and 5% of the plants were bought at popular markets or drugstores, which demonstrates the importance of cultivation as the main source of medicinal plants. Several authors of similar ethnopharmacological studies have also reported that the majority of respondents acquire plants that are grown in their own backyard cultivars (Zank and Hanazaki, 2012; Baptista et al., 2013).

The leaves (78.2%) were the plant part most frequently used for the treatment of diseases, followed by the roots (8.2%) and the seeds (6.4%) (Fig. 2). These results corroborate with those of other ethnobotanical studies (Afolayan et al., 2014). In many parts of Brazil, the use of teas is a common practice. The main methods of preparation of the plants cited were decoction (69.3%), boiling the plant material in water and infusion (21.2%), which is worrying because infusion was used to prepare all of the tender parts of medicinal plants, such as leaves, buttons and flowers, that are rich in volatile components, delicate aromas and active principles that are degraded by the actions of water and heat (Oliveira et al., 2010).

3.3 Ailments treated by medicinal plants

The respondents were asked to associate each medicinal plant with its possible health care indications according to the WHO (Zank and Hanazaki, 2012; Bieski et al.,

2012). The highest number of citations (106) was for the digestive system, and the highest ICF values were obtained for nervous problems (0.85) and digestive system (0.84). The values for nine common disease categories are given in Table 2.

The most cited were the categories related to the digestive system (32.8%) followed by respiratory diseases (17%), general symptoms/signs of inflammation (14.5%), the nervous system (13.3%) and the circulatory system (12.6%). Similar results have previously been reported in other studies (Baptista et al., 2013; Brito and Senna-valle, 2012; Zank and Hanazaki, 2012; El-Darier and El-Mogaspi, 2009), which indicate that the residents of São Sebastião use medicinal plants as the first line of treatment for most common diseases.

3.4 Use and Efficacy of the medicinal plants

Species with high RI values (>1) are used to treat a variety of diseases and are therefore considered important to a community (Bennett and Prance, 2000). *Lippia alba* had a RI of 2 was the most versatile species in terms of its use and was indicated as a cure for up to 6 body systems. *Lippia alba* was followed by *Cymbopogon citratus* and *Foeniculum vulgare* (Table 3). All of the plants with RIs >1 based on this methodology were assumed to be important when they were the most versatile. The measures of folk knowledge and their interpretations must be carefully made (Almeida et al., 2006). The data indicated that some plants had more diversified medicinal uses or applications than others (Hassan-Abdallah et al., 2013). Among all of the plants, *Lippia alba*, which had an RI of 2, was the most versatile species in terms of its use (Table 3) and has often been reported in ethnobotanical studies (Garcia et al., 2010) to have pharmacological uses, for example, a vasorelaxant effect (Maynard et al., 2011), action as a tranquilizer (Hatano et al., 2012) an effect in the prevention of gastric ulceration (Pascual et al., 2001).

However, when the objective is the search for new plant-derived drugs, the concordance of the answers regarding the medicinal use of a particular plant is extremely important. Plants that are indicated for many different applications are less credible than those with higher fidelities of use (Brito and Senna-valle, 2012). Plants with relatively high levels of concordance, i.e., those for which multiple informants agree on their therapeutic value, have an implied real efficacy in disease treatment (Friedman et al., 1986).

To identify the therapeutically potent plants for chemical screening, the FL values of 16 medicinal plants (Table 4) were cited by three or more informants. Two plants, *Spondias purpurea* and *Bauhinia forficata*, with the with the highest (100%) FL values for hypertension and diabetes, respectively were obtained. The species with the highest FL values are considered more promising candidate plants for further pharmacological investigations and deserve priority attention (Hassan-Abdallah et al., 2013).

Most of the plants mentioned in the study, for example, *Bauhinia forficata*, *Punica granatum*, *Matricaria chamomilla* and *Stryphnodendron adstringens*, exhibited high FLs as expected because the literature contains numerous ethnopharmacological studies related to these plants (Table 5).

However, the mentioned plants with high FLs, *Spondias purpurea* and *Amburana cearensis*, have been suggested for further study. *Spondias purpurea* was cited for only one treatment (hypertension, 100%). This plant is exotic (i.e., not originally native to Brazil), although it is widely used in northeastern Brazil. *Amburana cearensis* (indigestion, 55.5%) is native to Brazil, and some studies have been published about its use as a therapeutic. Furthermore, *Amburana cearensis* has been reported on in other ethnobotanical studies (Agra et al., 2007; Bieski et al., 2012). Therefore, these species are promising candidates for pharmacological studies.

3.5 Comparison of outstanding medicinal plants with the other studies in the literature

A comparison of the pharmacological literature (Table 5) published in different countries with the present ethnobotanical data revealed that many of the plants have previously been reported to have activities against specific diseases. Examples include *Bauhinia forficata*, which is used to treat diabetes, and *Allium sativum*, which is used to treat hypertension problems. Such observations hint at the fidelity of the reports by the residents of São Sebastião and confirm that this knowledge has been preserved in other communities. Other medicinal plants are used differently when compared to other traditional practices, for example *Amburana cearensis* is used against indigestion, but it has also been mentioned in other studies for its antibacterial activity and for the treatment of treat rheumatism, colds, and sinusitis (Farias et al., 2013), and as anti-inflammatory (Lopes et al., 2013) (Table 5). There is also a species used in this study,

Spondias purpurea, which has not been mentioned in the literature for its medicinal uses.

Comparison of this study to other ethnobotanical studies of traditional medicinal plants in Northeastern Brazil revealed that, despite using in other areas of study in different proportions and different methods of research, considerable similarities existed with respect to the categories of cited diseases (e.g., problems of the respiratory system, digestive system, and circulatory system) (Almeida et al., 2006; Albuquerque et al., 2007). According to this study, *Amburana cearensis* and *Bauhinia* sp. are the medicinal plants in Northeastern Brazil that are most commonly cited in ethnobotanical surveys (Albuquerque et al., 2007; Ferreira Junior et al., 2012; Agra et al., 2007; Albuquerque et al., 2009; Silva et al., 2014).

4. Conclusions

Ethnobotanical studies of rural areas in Bahia, Brazil are rare and, when available, have been published in local reports, Brazilian journals or as parts of governmental technical reports that are mainly available in Portuguese. These factors might contribute to the perpetuation of local knowledge far from the light of scientific knowledge. Additionally, studies similar to this one should be performed in Bahia due to its cultural and biological diversity and because it is the biggest state in northeastern Brazil.

The results presented here indicated that medicinal plants are commonly used by the rural population of São Sebastião. A total of 46 species were documented, and the main indications for medicinal plant use were treatments for the digestive system, circulatory system, respiratory diseases and general symptoms/signs of inflammation. These findings indicate that the knowledge of the use of medicinal plants in this region has been preserved because 80% of the species with medicinal properties were cultivated in the households of the population.

Regarding future studies, it is suggested that plants with high FLs deserve attention in pharmacological studies, phytochemical, toxicological and clinical trials so that they might be included in the National Program of Medicinal Plants and Phytotherapies of the Brazilian Sistema Único de Saúde and be safely prescribed by regional health teams because there are still few plants that are listed in this program. Thus, the present work aimed to contribute to the long-term improvement of health care

in the regions of study, the preservation of local knowledge, and the search for the pharmacological principles of the plants.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

GM, TS, and RC collected the study data. CP and MB revised and critically contributed to the manuscript. All authors have approved the final version of this manuscript for publication.

Acknowledgments: This work was supported by UESB. GMS is a doctoral student in the RENORBIO post-graduation program. We thank Professor Avaldo Soares Filho from the UESB for kindly identifying the plants.

References

- Abdollahzadeh, S., Mashouf, R., Mortazavi, H., Moghaddam, M., Roozbahani, N., Vahedi, M., 2011. Antibacterial and antifungal activities of punica granatum peel extracts against oral pathogens. *J. Dent. (Tehran)*. 8, 1–6.
- Afolayan, A.J., Grierson, D.S., Mbeng, W.O., 2014. Ethnobotanical survey of medicinal plants used in the management of skin disorders among the Xhosa communities of the Amathole District, Eastern Cape, South Africa. *J. Ethnopharmacol.* 153, 220–32. doi:10.1016/j.jep.2014.02.023
- Agra, M.D.F., Freitas, P.F. De, Barbosa-filho, J.M., 2007. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. *Brazilian J. Pharmacogn.* 17, 114–140.
- Ahlawat, K.S., Khatkar, B.S., 2011. Processing , food applications and safety of aloe vera products : a review. *J Food Sci Technol* 48, 525–533. doi:10.1007/s13197-011-0229-z
- Albuquerque, U.P., de Sousa Araújo, T.A., Ramos, M.A., do Nascimento, V.T., de Lucena, R.F.P., Monteiro, J.M., Alencar, N.L., de Lima Araújo, E., 2009. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. *Biodivers. Conserv.* 18, 127–150. doi:10.1007/s10531-008-9463-8

- Albuquerque, U.P., Muniz de Medeiros, P., de Almeida, A.L.S., Monteiro, J.M., Machado de Freitas Lins Neto, E., Gomes de Melo, J., dos Santos, J.P., 2007. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. *J. Ethnopharmacol.* 114, 325–54. doi:10.1016/j.jep.2007.08.017
- Almeida, C.D.F.C.B.R., de Amorim, E.L.C., de Albuquerque, U.P., Maia, M.B.S., 2006. Medicinal plants popularly used in the Xingó region - a semi-arid location in Northeastern Brazil. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2, 15. doi:10.1186/1746-4269-2-15
- Antonio, G.D., Tesser, C.D., Moretti-Pires, R.O., 2014. Phytotherapy in primary health care. *Rev. Saude Publica* 48, 541–553. doi:10.1590/S0034-8910.2014048004985
- Ara, N., Amran, M.S., Wahid, M.I.I., Ahmed, M., 2009. In vitro antimicrobial and citotoxic of leaves and flowers extracts from *Lippia alba*. *Pakistan J. Biol. Sci.* 12, 87–90.
- Arumugam, P., Ramesh, A., 2011. In-vivo Antioxidant Effects of Ethyl Acetate Fraction of *Mentha spicata* L. on 4-Nitroquinoline-1-Oxide Injected Mice. *Iran. J. Pharm. Res.* 10, 787–793.
- Audi, E.A., Eduardo, C., Toledo, M.D.E., Solera, F., Santos, D.O.S., Alves-do-prado, W., 2004. Biological Activity and Quality Control of Extract and Stem Bark From *Stryphnodendron adstringens*. *Acta Farm. Bonaer.* 23, 328–333.
- Avila-Blanco, M.E., Rodríguez, M.G., Moreno Duque, J.L., Muñoz-Ortega, M., Ventura-Juárez, J., 2014. Amoebicidal Activity of Essential Oil of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants in an Amoebic Liver Abscess Hamster Model. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2014, 930208. doi:10.1155/2014/930208
- Badgujar, S.B., Patel, V. V, Bandivdekar, A.H., 2014. *Foeniculum vulgare* Mill : A Review of Its Botany , Phytochemistry , Pharmacology , Contemporary Application , and Toxicology. *Biomed Res. Int.* 2014, 32. doi:10.1155/2014/842674
- Baptista, M.M., Ramos, M.A., de Albuquerque, U.P., Coelho-de-Souza, G., Ritter, M.R., 2013. Traditional botanical knowledge of artisanal fishers in southern Brazil. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9, 54. doi:10.1186/1746-4269-9-54
- Bennett, B.C., Prance, G.T., 2000. Introduced Plants In The Indigenous Pharmacopoeia Of Northern South America. *Econ. Bot.* 54, 90–102.
- Beyaa, W., Davidsona, B., Erlwanger, K.H., 2012. The effects of crude aqueous and alcohol extracts of *Aloe vera* on growth and abdominal viscera of suckling rats. *Afri J Tradit Complement Altern Med* 9, 553–560.
- Bieski, I.G.C., Rios Santos, F., de Oliveira, R.M., Espinosa, M.M., Macedo, M., Albuquerque, U.P., de Oliveira Martins, D.T., 2012. Ethnopharmacology of medicinal plants of the pantanal region (mato grosso, Brazil). *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2012, 272749. doi:10.1155/2012/272749
- Braun, E.R., Alves, L.G., Marques, B., Pascoalino, D., Rita, M., Chaves, M., 2012. Technological Forecasting on Phytotherapeutics Development in Brazil. *Int. J. Medical, Heal. Pharm. Biomed. Eng.* 6, 14–18.

- Brito, M.R. De, Senna-valle, L. De, 2012. Diversity of plant knowledge in a “ Caiçara ” community from the Brazilian Atlantic Forest coast. *Acta Bot. Brasilica* 26, 735–747.
- Bruning, M.C.R., Mosegui, G.B.G., Vianna, C.M.M., 2012. The use of phytotherapy and medicinal plants in primary healthcare units in the cities of Cascavel and Foz do Iguçu – Paraná : the viewpoint of health professionals. *Cien. Saude Colet.* 17, 2675–2685.
- Câmara, C.C., Nascimento, N.R., Macêdo-Filho, C.L., Almeida, F.B., Fonteles, M.C., 2003. Antispasmodic effect of the essential oil of *Plectranthus barbatus* and some major constituents on the guinea-pig ileum. *Planta Med.* 69, 1080–5. doi:10.1055/s-2003-45186
- Cavalcante, G.P., Resende, R.S., Leite, J.P.V., Oliveira, J.R., Rodrigues, F.A., 2014. Potential of ethyl acetate fractions of *Stryphnodendron adstringens* shells and fruit extracts of *Caesalpinia ferrea* to control bacterial leaf speck and on the potentiation of defense enzymes in tomato. *Trop. Plant Pathol.* 39, 267–274.
- Chang, J.-M., Cheng, C.-M., Hung, L.-M., Chung, Y.-S., Wu, R.-Y., 2010. Potential Use of *Plectranthus amboinicus* in the Treatment of Rheumatoid Arthritis. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 7, 115–20. doi:10.1093/ecam/nem168
- Chiu, Y.-J., Huang, T.-H., Chiu, C.-S., Lu, T.-C., Chen, Y.-W., Peng, W.-H., Chen, C.-Y., 2012. Analgesic and Antiinflammatory Activities of the Aqueous Extract from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Both In Vitro and In Vivo. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2012, 508137. doi:10.1155/2012/508137
- Christo, A.G., Guedes-bruni, R.R., Araújo, F. De, Sobrinho, P., Gomes, A., 2012. Evidence for conservation and sustainable use in a fragment of the Atlantic forest in southeastern Brazil by a traditional human group. *Springerplus* 1, 1–12. doi:10.1186/2193-1801-1-21
- Christo, A.G., Guedes-bruni, R.R., Silva, A.G., 2010. Local knowledge on medicinal plant gardens in a rural community near the Atlantic Rain Forest , southeastern Brazil. *Brazilian J. Pharmacogn.* 20, 494–501.
- Corzo-Martinez, M., Corzo, N., Villamiel, M., 2007. Biological properties of onions and garlic. *Trends Food Sci. Technol.* 18, 609–625. doi:10.1016/j.tifs.2007.07.011
- Costa, M.A., Ishida, K., Kaplum, V., Koslyk, E.D.A., de Mello, J.C.P., Ueda-Nakamura, T., Dias Filho, B.P., Nakamura, C.V., 2010. Safety evaluation of proanthocyanidin polymer-rich fraction obtained from stem bark of *Stryphnodendron adstringens* (BARBATIMAO) for use as a pharmacological agent. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 58, 330–5. doi:10.1016/j.yrtph.2010.07.006
- Costa, M.A., Palazzo de Mello, J.C., Kaneshima, E.N., Ueda-Nakamura, T., Dias Filho, B.P., Audi, E.A., Nakamura, C.V., 2013. Acute and Chronic Toxicity of an Aqueous Fraction of the Stem Bark of *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão) in Rodents. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2013, 9. doi:10.1155/2013/841580
- Cruz da Cunha, L.V.F., Albuquerque, U.P., 2006. Quantitative ethnobotany in an atlantic forest fragment of northeastern Brazil: implications to conservation. *Environ. Monit. Assess.* 114, 1–25. doi:10.1007/s10661-006-1074-9
- Cruz, M.P., Medeiros, P.M., Sarmiento-combariza, I., Peroni, N., Albuquerque, U.P., 2014. “ I eat the manofê so it is not forgotten ” : local perceptions and consumption of native wild

edible plants from seasonal dry forests in Brazil. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 1–11.
doi:10.1186/1746-4269-10-45

- De Oliveira, F.F.M., Torres, A.F., Gonçalves, T.B., Santiago, G.M.P., de Carvalho, C.B.M., Aguiar, M.B., Camara, L.M.C., Rabenhorst, S.H., Martins, A.M.C., Valença Junior, J.T., Nagao-Dias, A.T., 2013. Efficacy of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng in a Murine Model of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Skin Abscesses. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2013, 291592. doi:10.1155/2013/291592
- El-Darier, S.M., El-Mogaspi, F.M., 2009. Ethnobotany and Relative Importance of Some Endemic Plant Species at El-Jabal El-Akhdar Region (Libya). *World Journal Agric. Sci.* 5, 353–360.
- El-hawary, S.S., El-sofany, R.H., Abdel-Monem, A.R., Ashour, R.S., Sleem, A. a, 2012. Polyphenolics content and biological activity of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spreng growing in Egypt (Lamiaceae). *Pharmacogn. J.* 4, 45–54. doi:10.5530/pj.2012.32.9
- Farias, D.F., Souza, T.M., Viana, M.P., Soares, B.M., Cunha, A.P., Vasconcelos, I.M., Ricardo, N.M.P.S., Ferreira, P.M.P., Melo, V.M.M., Carvalho, A.F.U., 2013. Antibacterial, antioxidant, and anticholinesterase activities of plant seed extracts from Brazilian semiarid region. *Biomed Res. Int.* 2013, 510736. doi:10.1155/2013/510736
- Ferreira Junior, W.S., Siqueira, C.F., Albuquerque, U.P. De, 2012. Plant Stem Bark Extractivism in the Northeast Semiarid Region of Brazil : A New Aport to Utilitarian Redundancy Model. *Evidence-based Complement. Altern. Med.* 2012, 11. doi:10.1155/2012/543207
- Figueredo, F.G., Ferreira, E.O., Lucena, B.F.F., Torres, C.M.G., Lucetti, D.L., Lucetti, E.C.P., Silva, J.M.F.L., Santos, F.A. V, Medeiros, C.R., Oliveira, G.M.M., Colares, A. V, Costa, J.G.M., Coutinho, H.D.M., Menezes, I.R.A., Silva, J.C.F., Kerntopf, M.R., Figueiredo, P.R.L., Matias, E.F.F., 2013. Modulation of the Antibiotic Activity by Extracts from *Amburana cearensis* A . C . Smith and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. *Biomed Res. Int.* 2013, 1–5. doi:http://dx.doi.org/10.1155/2013/640682
- Friedman, J., Yaniv, Z., Dafni, A., Palewitch, D., 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among bedouins in the Negev desert, Israel. *J. Ethnopharmacol.* 16.
- Garcia, D., Domingues, M.V., Rodrigues, E., 2010. Ethnopharmacological survey among migrants living in the Southeast Atlantic Forest of Diadema, São Paulo, Brazil. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 6, 29. doi:10.1186/1746-4269-6-29
- Gayathri, K., Jayachandran, K.S., Vasanthi, H.R., Rajamanickam, G.V., 2011. Cardioprotective effect of lemon grass as evidenced by biochemical and histopathological changes in experimentally induced cardiotoxicity. *Hum. Exp. Toxicol.* 30, 1073–82. doi:10.1177/0960327110386391
- Gregoris, E., Pereira Lima, G.P., Fabris, S., Bertelle, M., Sicari, M., Stevanato, R., 2013. Antioxidant properties of Brazilian tropical fruits by correlation between different assays. *Biomed Res. Int.* 2013, 132759. doi:10.1155/2013/132759
- Grover, J.K., Khandkar, S., Vats, V., Dhunnoo, Y., Das, D., 2002. Pharmacological studies on *Myristica fragrans* Antidiarrheal, hypnotic, analgesic and hemodynamic (blood pressure)

parameters. *Methods Find. Exp. Clin. Pharmacol.* 24, 675.
doi:10.1358/mf.2002.24.10.802317

Hara, Y., Noda, A., Miyata, S., Minoshima, M., Sugiura, M., 2013. Effects of Aged Garlic Extract on Left Ventricular Diastolic Function and Fibrosis in a Rat Hypertension Model. *Exp. Anim.* 62, 305–310.

Hassan-Abdallah, A., Merito, A., Hassan, S., Aboubaker, D., Djama, M., Asfaw, Z., Kelbessa, E., 2013. Medicinal plants and their uses by the people in the Region of Randa, Djibouti. *J. Ethnopharmacol.* 148, 701–13. doi:10.1016/j.jep.2013.05.033

Hatano, V.Y., Torricelli, a. S., Giassi, a. C.C., Coslope, L. a., Viana, M.B., 2012. Anxiolytic effects of repeated treatment with an essential oil from *Lippia alba* and (R)-(-)-carvone in the elevated T-maze. *Brazilian J. Med. Biol. Res.* 45, 238–243. doi:10.1590/S0100-879X2012007500021

Heinrich, M., Ankli, a, Frei, B., Weimann, C., Sticher, O., 1998. Medicinal plants in Mexico: healers' consensus and cultural importance. *Soc. Sci. Med.* 47, 1859–71.

Hennebelle, T., Sahpaz, S., Joseph, H., Bailleul, F., 2008. Ethnopharmacology of *Lippia alba*. *J. Ethnopharmacol.* 116, 211–22. doi:10.1016/j.jep.2007.11.044

IBGE, 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [WWW Document]. URL [http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=293330&search=ba hial| vitoria-da-conquista|infograficos:-historico](http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=293330&search=ba%20hial%20vitoria-da-conquista|infograficos:-historico) (accessed 9.12.14).

Ibironke, G.F., Ajiboye, K.I., 2007. Studies on the anti-inflammatory and analgesic properties of *Chenopodium ambrosioides* leaf extract in rats. *Int. J. Pharmacol. Pharmacol.* 3, 111–115.

Ishida, K., Rozental, S., de Mello, J.C.P., Nakamura, C.V., 2009. Activity of tannins from *Stryphnodendron adstringens* on *Cryptococcus neoformans*: effects on growth, capsule size and pigmentation. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.* 8, 29. doi:10.1186/1476-0711-8-29

Kaur, G.J., Arora, D.S., 2010. Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae - Current status. *J. Med. Plants Res.* 4, 87–94. doi:10.5897/JMPR09.018

Khalil, N.M., Pepato, M.T., Brunetti, I.L., 2008. Free Radical Scavenging Profile and Myeloperoxidase Inhibition of Extracts from Antidiabetic Plants: *Bauhinia forficata* and *Cissus sicyoides*. *Biol Res* 41, 165–171.

Koti, B.C., Gore, A., Thippeswamy, a H.M., Swamy, a H.M.V., Kulkarni, R., 2011. Alcoholic leaf extract of *Plectranthus amboinicus* regulates carbohydrate metabolism in alloxan-induced diabetic rats. *Indian J. Pharmacol.* 43, 286–90. doi:10.4103/0253-7613.81520

Lansky, E.P., Newman, R. a, 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *J. Ethnopharmacol.* 109, 177–206. doi:10.1016/j.jep.2006.09.006

Lanzotti, V., 2006. The analysis of onion and garlic. *J. Chromatogr. A* 1112, 3–22. doi:10.1016/j.chroma.2005.12.016

- Leal, I.R., Silva, J., Tabarelli, M., T, L., 2005. Changing the Course of Biodiversity Conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Conserv. Biol.* 19, 701–706.
- Lee, Y.S., Ju, H.K., Kim, Y.J., Lim, T.-G., Uddin, M.R., Kim, Y.B., Baek, J.H., Kwon, S.W., Lee, K.W., Seo, H.S., Park, S.U., Yang, T.-J., 2013. Enhancement of anti-inflammatory activity of *Aloe vera* adventitious root extracts through the alteration of primary and secondary metabolites via salicylic acid elicitation. *PLoS One* 8, 1–13. doi:10.1371/journal.pone.0082479
- Lima, J.C.S., Martins, D.T.O., Souza, P.T. De, 1998. Experimental Evaluation of Stem Bark of *Stryphnodendron adstringens* (Mart .) Coville for Antiinflammatory Activity. *Phyther. Res.* 12, 218–220.
- Lopes, A.A., Magalhães, T.R., Uchôa, D.E.A., Silveira, E.R., Azzolini, A.E.C.S., Kabeya, L.M., Lucisano-Valim, Y.M., Vasconcelos, S.M.M., de Barros Viana, G.S., Leal, L.K. a M., 2013. Afrormosin, an Isoflavonoid from *Amburana cearensis* A. C. Smith, Modulates the Inflammatory Response of Stimulated Human Neutrophils. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol.* 113, 363–369. doi:10.1111/bcpt.12106
- Lozano, A., Araújo, E.L., Medeiros, M.T., Albuquerque, U.P., 2014. The apparency hypothesis applied to a local pharmacopoeia in the Brazilian northeast. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 1–17.
- Lukhoba, C.W., Simmonds, M.S.J., Paton, A.J., 2006. *Plectranthus* : A review of ethnobotanical uses. *J. Ethnopharmacol.* 103, 1–24. doi:10.1016/j.jep.2005.09.011
- Maioli, M. a., Alves, L.C., Campanini, A.L., Lima, M.C., Dorta, D.J., Groppo, M., Cavalheiro, A.J., Curti, C., Mingatto, F.E., 2010. Iron chelating-mediated antioxidant activity of *Plectranthus barbatus* extract on mitochondria. *Food Chem.* 122, 203–208. doi:10.1016/j.foodchem.2010.02.058
- Maynard, L.G., Santos, K.C., Cunha, P.S., Barreto, A.S., Peixoto, M.G., Arrigoni-Blank, F., Blank, A.F., Alves, P.B., Bonjardin, L.R., Santos, M.R. V, 2011. Chemical composition and vasorelaxant effect induced by the essential oil of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. (Verbenaceae) in rat mesenteric artery. *Indian J. Pharmacol.* 43, 694–8. doi:10.4103/0253-7613.89828
- Melo, J.G., Santos, A.G., de Amorim, E.L.C., do Nascimento, S.C., de Albuquerque, U.P., 2011. Medicinal plants used as antitumor agents in Brazil: an ethnobotanical approach. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2011, 365359. doi:10.1155/2011/365359
- Menezes, F.S., Minto, A.B.M., Ruela, H.S., Kuster, R.M., Sheridan, H., Frankish, N., 2007. Hypoglycemic activity of two Brazilian *Bauhinia* species: *Bauhinia forficata* L. and *Bauhinia monandra* Kurz. *Brazilian J. Pharmacogn.* 17, 8–13.
- Miranda-Cruz, E., Espinosa-Moreno, J., Centurión-Hidalgo, D., Velázquez-Martinez, J.R., Alor-Chávez, M.J., 2012. Actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L ., *Pterocarpus hayesii* L ., *Tynanthus guatemalensis* L . y *Spondias purpurea* L. *Bol. Latinoam. y del Caribe Plantas Med. y Aromáticas* 11, 354–361.
- Mirghani, M.E.S., Liyana, Y., Parveen, J., 2012. Bioactivity analysis of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil. *Int. Food Res. J.* 19, 569–575.

- Murthy, K.N.C., K, V.R., Veigas, J.M., Murthy, U.D., 2004. Study on Wound Healing Activity of. *J. Med. Food* 7, 256–259.
- Nascimento, F.R.F., Cruz, G.V.B., Pereira, P.V.S., Maciel, M.C.G., Silva, L. a, Azevedo, A.P.S., Barroqueiro, E.S.B., Guerra, R.N.M., 2006. Ascitic and solid Ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment. *Life Sci.* 78, 2650–3. doi:10.1016/j.lfs.2005.10.006
- Oliveira, H.B. De, Kffuri, C.W., Casali, V.W.D., 2010. Ethnopharmacological study of medicinal plants used in Rosário. *Brazilian J. Pharmacol.* 20, 256–260.
- Olorunnisola, S.K., Asiyanbi, -H. T., Hammed, A.M., Simsek, S., 2014. Mini Review Biological properties of lemongrass : An overview. *Int. Food Res. J.* 21, 455–462.
- Pascual, M.E., Slowing, K., Carretero, M.E., Villar, A., 2001. Antiulcerogenic activity of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). *Farmaco* 56, 501–4.
- Pearson, W., Fletcher, R.S., Kott, L.S., Hurtig, M.B., 2010. Protection against LPS-induced cartilage inflammation and degradation provided by a biological extract of *Mentha spicata*. *BMC Complement. Altern. Med.* 10, 19. doi:10.1186/1472-6882-10-19
- Pepato, M.T., Keller, E.H., Ba, A.M., Kettelhut, I.C., Vendramini, R.C., 2002. Anti-diabetic activity of *Bauhinia forficata* decoction in streptozotocin-diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 81, 191–197.
- Ranjbar, A., Mohsenzadeh, F., Chehregani, A., Khajavi, F., Zijoud, S.-M.H., Ghasemi, H., 2014. Ameliorative effect of *Matricaria chamomilla* .L on paraquat: Induced oxidative damage in lung rats. *Pharmacognosy Res.* 6, 199–203. doi:10.4103/0974-8490.132595
- Ravikumar, V.R., Dhanamani, M., Sudhamani, T., 2014. In-vitro anti- inflammatory activity of aqueous extract of leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour .) Spreng. *Anc. Sci. Life* 28, 9–10.
- Reis, L.S.S., Pardo, P.E., Oba, E., Kronka, N., Frazatti-Gallina, N.M., 2006. *Matricaria chamomilla* CH12 decreases handling stress in Nelore calves. *J. Veterenary Sci.* 7, 189–192.
- Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R. V, Thomas, W.W., 2008. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? *Brazilian J. Biol.* 68, 467–75.
- Sá, M.B., Ralph, M.T., Nascimento, D.C.O., Ramos, C.S., Barbosa, I.M.S., Sá, F.B., Lima-Filho, J. V, 2014. Phytochemistry and Preliminary Assessment of the Antibacterial Activity of Chloroform Extract of *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. against *Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase-Producing Strains. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2014, 786586. doi:10.1155/2014/786586
- Santos, J., Santos, N., Santos, M., Santos, S., Lacerda, J., 2008. Honey Classification from Semi-Arid, Atlantic and Transitional Forest Zones in Bahia, Brazil. *J. Braz. Chem. Soc.* 19, 502–508.
- Savino, F., Cresi, F., Castagno, E., Silvestro, L., Oggero, R., 2005. A randomized double-blind placebo-controlled trial of a standardized extract of *Matricariae recutita*, *Foeniculum*

- vulgare and *Melissa officinalis* (ColiMil) in the treatment of breastfed colicky infants. *Phyther. Res.* 19, 335–40. doi:10.1002/ptr.1668
- Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., Mann, a S., 2011. Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass). *J. Adv. Pharm. Technol. Res.* 2, 3–8. doi:10.4103/2231-4040.79796
- Silva, H.C.H., Caraciolo, R.L.F., Marangon, L.C., Ramos, M.A., Santos, L.L., Albuquerque, U.P., 2014. Evaluating different methods used in ethnobotanical and ecological studies to record plant biodiversity. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 10, 48. doi:10.1186/1746-4269-10-48
- Sousa, Z.L., de Oliveira, F.F., da Conceição, A.O., Silva, L.A.M., Rossi, M.H., Santos, J.D.S., Andrioli, J.L., 2012. Biological activities of extracts from *Chenopodium ambrosioides* Lineu and *Kielmeyera neglecta* Saddi. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.* 11, 7. doi:10.1186/1476-0711-11-20
- Souza, P.M., Elias, S.T., Simeoni, L.A., de Paula, J.E., Gomes, S.M., Guerra, E.N.S., Fonseca, Y.M., Silva, E.C., Silveira, D., Magalhães, P.O., 2012. Plants from Brazilian Cerrado with potent tyrosinase inhibitory activity. *PLoS One* 7, 1–7. doi:10.1371/journal.pone.0048589
- Srivastava, J.K., Shankar, E., Gupta, S., 2010. Chamomile : A herbal medicine of the past with bright future. *Mol Med Rep.* 3, 895–901. doi:10.3892/mmr.2010.377. Chamomile
- Tayarani-Najaran, Z., Talasaz-Firoozi, E., Nasiri, R., Jalali, N., Hassanzadeh, M., 2013. Antiemetic activity of volatile oil from *Mentha spicata* and *Mentha × piperita* in chemotherapy-induced nausea and vomiting. *Ecancermedicalsecience* 7, 290. doi:10.3332/ecancer.2013.290
- WHO, 2011. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems.
- Zangeneh, Z.Z., Minaee, B., Amirzargar, A., Ahangarpour, A., Mousavizadeh, K., 2010. Effects of Chamomile Extract on Biochemical and Clinical Parameters in a Rat Model of Polycystic Ovary Syndrome. *J Reprod Infert* 11, 169–174.
- Zank, S., Hanazaki, N., 2012. Exploring the Links between Ethnobotany, Local Therapeutic Practices, and Protected Areas in Santa Catarina Coastline, Brazil. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2012, 15. doi:10.1155/2012/563570

Figures

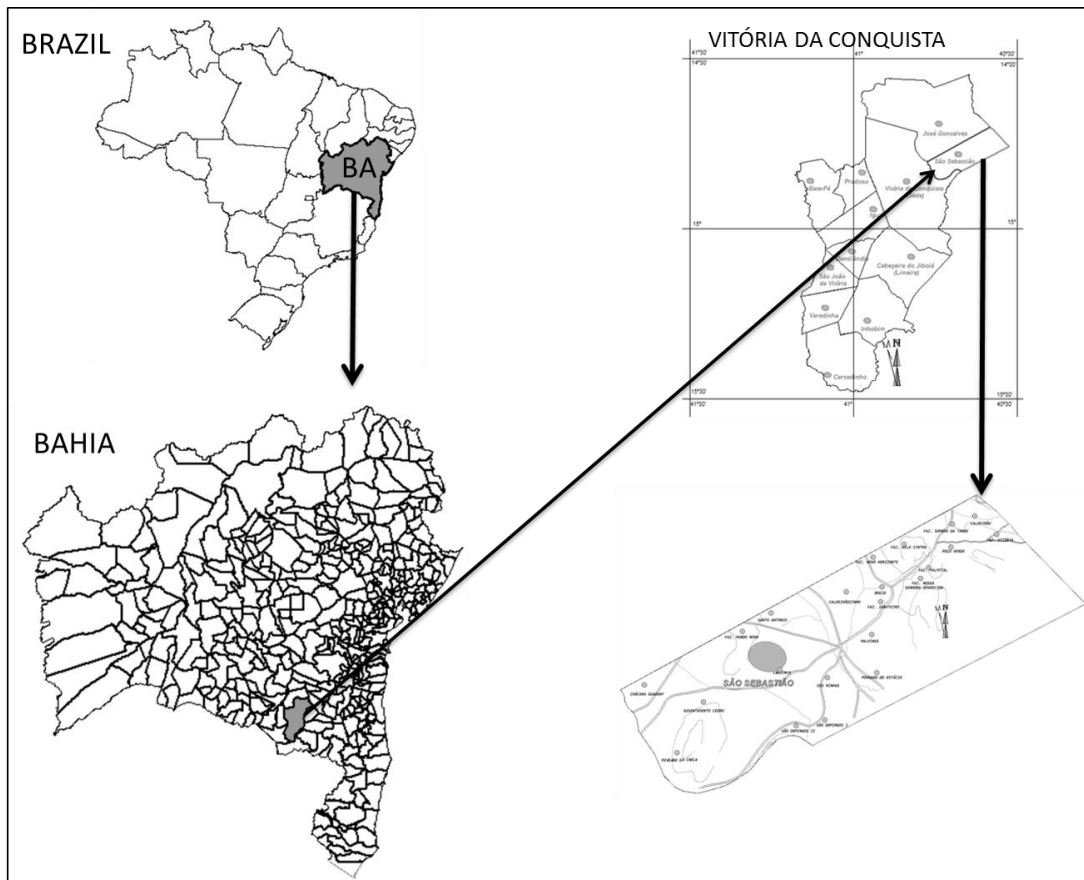


Fig. 1. Location of the study area in the village of São Sebastião, Vitória da Conquista, Bahia, Brazil.

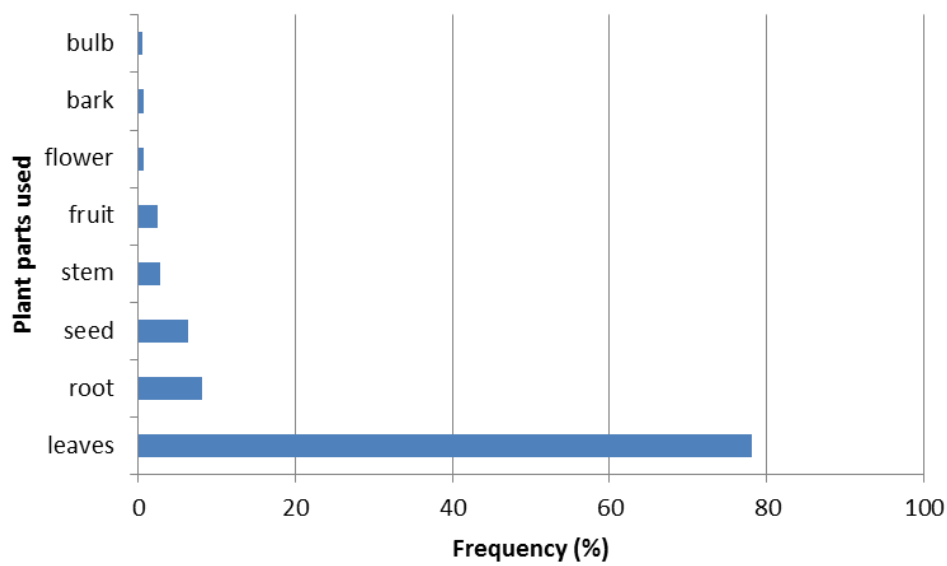


Fig. 2. Plant parts used for treating diseases/disorders.

Table 1

List of traditional medicinal plants investigated in this study with their related information.

Voucher	Scientific name	Family	Vernacular name*	Part plant indicated	Preparation
6453	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Amaranthaceae	Mastruz ['maʃ'trujʃ]	Root, leaves	Juice, infusion, decoction, maceration (cutaneous)
8010	<i>Allium sativum</i> L.	Amaryllidaceae	Alho ['aʎu]	Bulb	Decoction, juice, infusion
6452	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Seriguela ['seRiguela]	Leaves	Decoction
6377	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae	Erva doce ['eRva'dosi]	Leaves, seed	Infusion, decoction
8008	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae	Agrião [agri'ãw]	Leaves	Syrup
8007	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	Abacaxi [abaka'ʃi]	Fruit	Decoction
8018	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Compositae	Camomila [kamo'mila]	Flower	Infusion
7994	<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae	Carrapicho de agulha ['kaRapi'fo] [dʒi] [a'guʎa]	Root	Infusion, decoction
8012	<i>Solidago microglossa</i> DC.?	Compositae	Arnica [aR'nika]	Leaves	Infusion
7999	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Compositae	Carqueja [kaRke'ʒa]	Leaves	Decoction
8019	<i>Costus</i> sp.	Costaceae	Cana d'água ['kana] [d'agua]	Leaves	Decoction
8040	<i>Cucumis sativus</i> L.	Cucurbitaceae	Pepino [pe'pinu]	Fruit	Juice
7989	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Cucurbitaceae	Chuchu ['ʃuʃu]	Leaves	Decoction
8030	<i>Eleocharis</i> sp.	Cyperaceae	Junça ['ʒu'ka]	Root	Decoction
8037	<i>Aleurites moluccanus</i> (L.) Willd	Euphorbiaceae	Nogueira [no'gejra]	Seed	Maceration
8045	**	Lamiaceae	Tioioiô ['tʃjuioi'o]	Leaves	Decoction
6459	<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	Lamiaceae	Boldo ['boʎdo]	Leaves	Infusion, decoction, juice
8002	<i>Mentha spicata</i> L.	Lamiaceae	Hortelãzinho [oRte'la'ziɲo]	Leaves	Syrup, infusion, decoction
8028	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Lamiaceae	Hortelã grosso [oRte'la'~] ['grosu]	Stem, leaves, root	Syrup, decoction
8005	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Alfavaca ['awfa'vaka]	Leaves	Syrup, infusion

8009	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Alecrim [ale'crĩ]	Leaves	Decoction, syrup
8041	<i>Mentha</i> sp.	Lamiaceae	Poejo ['pœʒo]	Leaves	Infusion
8006	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Abacate [aba'katʃi]	Leaves	Juice
8043	<i>Senna</i> sp.	Leguminosae	Sene ['seni]	Leaves	Infusion
8014	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Leguminosae	Barbatimão ['baRbatʃi'mãw]	Root, leaves, bark	Infusion, decoction
8046	<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C.Sm	Leguminosae	Umburana macho ['u~'bu'Rõna] ['maʃu]	Seed, bark	Infusion, decoction
8038	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Leguminosae	Pata de vaca ['pata] [dʒi] ['vaka]	Leaves	Infusion, decoction
6460	<i>Punica granatum</i> L.	Lythraceae	Romã [Ro'mã]	Leaves	Infusion, decoction
6461	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Malpighiaceae	Acerola [ase'rola]	Leaves	Juice
8022	<i>Dorstenia</i> sp.	Moraceae	Contra-erva ['ko~tra] ['eRva]	Root	Decoction
8036	<i>Myristica fragrans</i> Houtt	Myristicaceae	Nóz-moscada [nojʒmoʒ'kada]	Seed, fruit	Juice, decoction
7996	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Pitanga [pi'tãga]	Leaves	Decoction
8024	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	Eucalipto [ewka'liptu]	Leaves	Infusion, decoction
8021	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae	Carambola [karam'bola]	Leaves	Infusion
8033	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Passifloraceae	Maracujá [maraku'ʒa]	Leaves	Infusion, decoction
8042	<i>Phyllanthus heteradenius</i> Müll. Arg.	Phyllanthaceae	Quebra-pedra ['kebra'pedra]	Root, stem, leaves	Decoction
8044	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	Transagem ['tra~saʒe~j]	Leaves, root	Infusion, decoction
6384	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.	Poaceae	Capim santo [ka'pĩ] ['sa~tu]	Leaves, root	Infusion, decoction, inhalation, juice
8029	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Genipapo ['ʒeni'papu]	Fruit	Juice
8032	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Limão [li'mãw]	Leaves, fruit	Decoction, juice
8031	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Laranja [la'ra~ʒa]	Leaves	Decoction

8013	<i>Ruta graveolens</i> L	Rutaceae	Arruda [a'Ruda]	Leaves	Maceration
8017	<i>Solanum melongena</i> L	Solanaceae	Berinjela [berĩ'ʒela]	Fruit	Juice
7995	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Brown	Verbenaceae	Erva-cidreira [eRvasi'drejra]	Leaves, seed, root	Infusion, decoction
8016	<i>Aloe vera</i> L.Burm.f.	Xanthorrhoeaceae	Babosa [ba'boza]	Leaves	Scraping, topic contact
8026	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	Gengibre [ʒe'ʒibri]	Root	Decoction

*Vernacular name: Plant name in Brazil, within bracket pronunciation of plant name in Portuguese, Gran diccionario español-portugués portugués-español © 2001; ** not identified.

Table 2

Informant consensus factor (ICF) by category of disease (the ICF is the number of use citations in each category minus the number of species used divided by the number of use citations in each category minus one).

Category	Species	Citations	ICF
Nervous system	7	43	0.85
Digestive system	17	106	0.84
Respiratory diseases	17	55	0.70
Circulatory system diseases	13	41	0.70
General symptoms/signs ^a	17	47	0.65
Endocrine disorders	4	8	0.57
Genitourinary diseases	10	14	0.30
Skin ailments	3	5	0.5
Neoplasias	1	1	0
Infectious diseases	1	1	0
Diseases of the musculoskeletal system	1	1	0
Diseases of the ear	1	1	0

^a symptoms and signs such as stomachache, inflammation, infection, fever, headache, malaise.

Table 3

Relative importance (RI) values of the medicinal plants used against specific ailments. (RI=NP+NCS, where NP is obtained by dividing the number of properties (reported specific ailments) attributed to a species divided by the total number of properties attributed to the most versatile species (the species with the highest number of properties). NBS is the number of body systems (ailment categories) treated by a given species divided by the total number of body systems treated by the most versatile species). Medicinal plant species used by community residents of Vitória da Conquista were recorded three or more times.

Species	Relative importance	Origin*	Categories
<i>Lippia alba</i>	2.0	native	Diseases of the nervous system, genitourinary system, circulatory system, diseases, respiratory system, symptoms and signs involving the digestive system and the abdomen, general signs and symptoms
<i>Cymbopogon citratus</i>	1.87	exotic	Diseases related to the respiratory system, circulatory and nervous, symptoms and signs involving the digestive system and the abdomen, diseases of the genitourinary system, general signs and symptoms
<i>Foeniculum vulgare</i>	1.43	exotic	Diseases, symptoms and signs involving the digestive system and abdomen, diseases of the nervous system, diseases of the circulatory system, categories general signs and symptoms, diseases of the genitourinary system
<i>Aloe vera</i>	0.59	exotic	Neoplasias, diseases of the skin, symptoms and signs involving the digestive system and the abdomen, categories general signs and symptoms
<i>Mentha spicata</i>	0.83	exotic	Diseases digestive system and abdomen, diseases respiratory system, diseases of the genitourinary system
<i>Dysphania ambrosioides</i>	0.80	native	Diseases, symptoms and signs involving the digestive system and abdomen, diseases related to the respiratory system, general symptoms and signs, diseases of the skin
<i>Myristica fragrans</i>	0.59	native	Symptoms and signs involving the digestive system and the abdomen, general signs and symptoms, diseases of the circulatory system
<i>Punica granatum</i>	0.57	exotic	Categories respiratory, digestive and genitourinary systems
<i>Passiflora edulis</i>	0.54	native	Categories nervous system, circulatory, endocrine, nutritional and metabolic diseases
<i>Amburana cearensis</i>	0.51	native	Diseases digestive system and abdomen, general signs and symptoms
<i>Plectranthus</i>	0.45	exotic	Diseases digestive system and abdomen, general signs and symptoms

<i>barbatus</i>			
<i>Plectranthus amboinicus</i>	0.43	exotic	Diseases respiratory system, infectious diseases
<i>Allium sativum</i>	0.39	exotic	Respiratory diseases, diseases of the circulatory system
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	0.37	native	Categories general signs and symptoms, genitourinary, and skin diseases
<i>Citrus limon</i>	0.37	exotic	Respiratory diseases, diseases of the circulatory system
<i>Bauhinia forficata</i>	0.24	native	Diseases of the circulatory system, endocrine, nutritional and metabolic diseases
<i>Matricaria chamomilla</i>	0.19	exotic	Diseases of the nervous system
<i>Ocimum basilicum</i>	0.19	exotic	Respiratory diseases, diseases of the circulatory system
<i>Spondias purpurea</i>	0.18	exotic	Diseases of the circulatory system

* All plants **not** originally native to Brazil were considered exotic.

Table 4

FL values of the medicinal plants cited by three or more informants. FL= (Ip/Iu x100), where Ip is the number of informants who independently indicated the use of a species for the same major ailment, and Iu the total number of informants who mentioned the plant for any major ailment.

Scientific names	Category	Ip	Iu	FL (%)
<i>Spondias purpurea</i>	Hypertension	6	6	100
<i>Bauhinia forficata</i>	Diabetes	5	5	100
<i>Punica granatum</i>	Sore throat	3	4	75.0
<i>Matricaria chamomilla</i>	Tranquilizer	2	3	66.6
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Inflammation	2	3	66.6
<i>Foeniculum vulgare</i>	Flatulence	20	34	58.8
<i>Mentha spicata</i>	Influenza	10	17	58.8
<i>Amburana cearensis</i>	Indigestion	5	9	55.5
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Inflammation	5	9	55.5
<i>Myristica fragrans</i>	Headache	2	4	50.0
<i>Allium sativum</i>	Hypertension	2	4	50.0
<i>Aloe vera</i>	Skin diseases	2	4	50.0
<i>Plectranthus amboinicus</i>	Influenza	3	6	50.0
<i>Plectranthus barbatus</i>	Indigestion	3	7	42.8
<i>Lippia alba</i>	Flatulence	19	57	33.3
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hypertension	17	54	31.4

Table 5

Comparison of the uses of medicinal plants recorded with information gathered from the literature.

Scientific name	Ailments recorded in the present study	Main use in the present study	Some medicines uses reported in the literature
<i>Allium sativum</i>	Influenza and hypertension	Hypertension	Antifungal, antibacterial, antitumor, anti-inflammatory, antithrombotic (Lanzotti, 2006), anti-hypertensive (Corzo-Martinez et al., 2007), attenuates left ventricular diastolic dysfunction and fibrosis without significantly decreasing systolic blood pressure in hypertensive rats (Hara et al., 2013)
<i>Aloe vera</i>	Hair loss, stomachache, skin inflammation, cancer, ulcer	Skin diseases	Lowering LDL, increasing HDL, decreasing blood glucose level, treating genital herpes and psoriasis (Ahlawat and Khatkar, 2011), positive effect on body mass, caecum and tibial bones in the short term (Beyaa et al., 2012), anti-inflammatory activity (Lee et al., 2013)
<i>Amburana cearensis</i>	Headache, stomach problems, ulcer, intestinal Infection	Indigestion	Used to treat rheumatism, cold, and sinusitis (Farias et al., 2013), anti-inflammatory (Lopes et al., 2013), antibacterial activity (Figueredo et al., 2013; Sá et al., 2014)
<i>Bauhinia forficata</i>	Diabetes	Diabetes	Antidiabetic activity (Pepato et al., 2002), hypoglycemic activity (Menezes et al., 2007), antioxidant activity, beneficial in the prevention of diabetes complications associated with oxidative stress (Khalil et al., 2008)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hypertension, tranquilizer, cramps, stomach problems, influenza, headaches	Hypertension	Cardioprotective potential primarily mainly due to its antioxidant activity (Gayathri et al., 2011), antispasmodic, hypotensive, anticonvulsant, analgesic, antiemetic, antitussive, antirheumatic, antiseptic and treatment for nervous and gastrointestinal disorders and fevers (Shah et al., 2011), antioxidant activity, antidiabetic activity (Mirghani et al., 2012), anti-hypertensive (Olorunnisola et al., 2014)
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Inflammation, toothache, scarring, ulceration, infection	Inflammation	Antitumor effect (Nascimento et al., 2006), anti-inflammatory activity (Ibironke and Ajiboye, 2007), antifungal activity (Sousa et al., 2012), amoebicidal activity (Avila-Blanco et al., 2014)
<i>Foeniculum vulgare</i>	Intestinal problems, hypertension, urinary infection	Flatulence	Colic in breastfed infant (Savino et al., 2005), antimicrobial properties (Kaur and Arora, 2010), was confirmed in review the used in many parts of the world for the treatment of a number of diseases, for example, abdominal pains, antiemetic, colic in children, constipation, depurative, diarrhea, flatulence and irritable colon (Badgujar et al., 2014)

<i>Lippia alba</i>	Stomach and intestinal problems, influenza, tranquilizer, insomnia, hypertension, fever	Tranquilizer	Sedative, anxiolytic activities (Hennebelle et al., 2008), antibacterial, antifungal (Ara et al., 2009), vasorelaxant effect was evaluated <i>in vitro</i> in rat superior mesenteric artery rings (Maynard et al., 2011)
<i>Matricaria chamomilla</i>	Tranquilizer and insomnia	Tranquilizer	Decreased stress in bovines, associated with inhibition of cortisol production and calming and anxiolytic effects (Reis et al., 2006), sleep aid, sedation (Srivastava et al., 2010), induce recovery from a polycystic ovary syndrome-induced state in rats but also increase dominant follicles, better endometrial tissue arrangements can be regarded as another therapeutic effect (Zangeneh et al., 2010), protective effects on paraquat-induced damage via oxidative stress in rat lung (Ranjbar et al., 2014)
<i>Mentha spicata</i>	Stomach and intestinal problems, influenza, coughs, inflammations	Influenza	Effective inhibitor of LPS-induced inflammation (Pearson et al., 2010), antioxidant effects (Arumugam and Ramesh, 2011), effective for antiemetic treatment (Tayarani-Najaran et al., 2013)
<i>Myristica fragrans</i>	Hypertension, headache, stomach problems	Headache	Extracts of nutmeg showed a good antidiarrheal effect, with a significant sedative property (Grover et al., 2002); Peptic ulcer (Jan et al., 2004), antibacterial agent (Chunga et al., 2006)
<i>Plectranthus amboinicus</i>	Influenza, cough, worms	Influenza	The aqueous extract has the analgesic and anti-inflammatory abilities (Chiu et al., 2012; Ravikumar et al., 2014), for diabetes, which may be due to the presence of flavonoids (Koti et al., 2011), exhibited antioxidant, diuretic, anti-inflammatory, cytotoxic and antimicrobial activities (El-hawary et al., 2012), effectiveness against methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> skin abscesses (de Oliveira et al., 2013), treatment of rheumatoid arthritis (Chang et al., 2010)
<i>Plectranthus barbatus</i>	Stomach problems (indigestion, nausea, vomiting, stomach pain, hangover)	Indigestion	The plant is also used to treat gastritis and intestinal spasms (Câmara et al., 2003), stomach pain, nausea, vomiting and is used as purgatives, carminatives and as anthelmintic (Lukhoba et al., 2006), antioxidant activity (Maioli et al., 2010)
<i>Punica granatum</i>	Sore throat, stomach problems, uterine problems	Sore throat	Wound healing activity (Murthy et al., 2004), anti-inflammatory effects (Lansky and Newman, 2007), might be used as an antibacterial agent in controlling oral infections (Abdollahzadeh et al., 2011)

<i>Spondias purpurea</i>	Hypertension	Hypertension	Antimicrobial activities (Miranda-Cruz et al., 2012), antioxidant activity (Gregoris et al., 2013)
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Inflammation and healing	Inflammation	Anti-inflammatory activity (Lima et al., 1998), antibacterial activity (Audi et al., 2004; Costa et al., 2010), antifungal activity (Ishida et al., 2009), reducing bacterial (Cavalcante et al., 2014), tyrosinase inhibitory activity (Souza et al., 2012), in the treatment of leucorrhea, gonorrhoea, gastritis, diarrhoea, bleeding, and wound healing (Costa et al., 2013)

Capítulo 2: *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae): Traditional Uses, Chemical Composition and Biological Activities

Marisco, G.^{1,2}; Pungartnik, C.^{2*}

¹ Departamento Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia Estrada do Bem Querer, Km 4, Vitória da Conquista, Bahia, 45083-900, Brasil.
gabrielemarisco@hotmail.com,

² Departamento Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Laboratório de Biologia dos Fungos, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km-16, Salobrinho, Ilhéus, Bahia, 45662-000, Brasil. cpungartnik@yahoo.com.br. +557336805438.

* Corresponding author

Resumo

Esta revisão relata informações sobre a planta *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae), descrevendo o uso medicinal, perfil fitoquímico e suas atividades biológicas publicadas. Foi realizada revisão bibliográfica constando de artigos com o nome científico da planta, publicados nas bases de dados Pubmed, Science Direct, Web of Science, SciFinder, Google Acadêmico e periódicos Capes e uma busca de anterioridade de patentes, utilizando os bancos de dados European Patente Office, World Intellectual Property Organization, United States Patent and Trademark Office, Spacenet e Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Os resultados mostram que *S. purpurea* tem sido tradicionalmente usada para tratar várias doenças, como problemas gástricos, diabetes e colesterol. Estudos fitoquímicos da fruta e casca desta planta têm mostrado que são ricos em compostos fenólicos, ácidos orgânicos e compostos voláteis. No entanto, há pouca informação fitoquímica referente às folhas e outras estruturas desta planta. Os estudos sobre as atividades biológicas da planta são principalmente de extratos brutos, com os seguintes efeitos terapêuticos: atividades antimicrobianas, antifúngicos, antioxidantes e antiúlcero-gênico. Nas buscas de dados referentes à produção patente, poucas patentes relacionadas com essa planta foram encontradas. Sugere-se que mais estudos de identificação dos compostos bioativos, atividades biológicas e citotoxicidade sejam realizados, para explorar o potencial de *S. purpurea* como fonte de agentes terapêuticos.

Palavras-chave: Etnobotânica, etnofarmacologia, fitoquímica, *Spondias purpurea*.

Abstract

This review reports information about the plant *S. purpurea* L. (Anacardiaceae), describing its medicinal use, phytochemical profile and published biological activities. A literature review was conducted consisting in articles containing the scientific name of the plant, published in the databases PubMed, Science Direct, Web of Science, SciFinder, Google Scholar and Capes journals and a search for prior patents using the databases European Patente Office, World Intellectual Property Organization, United States Patent and Trademark Office, Spacenet and Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. The results show that *S. purpurea* has traditionally been used to treat various diseases such as gastric disorders, diabetes and cholesterol. Phytochemical studies of the

fruit and bark of the plant have shown that it is rich in organic acids, phenolic and volatile compounds. However, there is little phytochemical information concerning the leaves and other structures of this plant. Studies on the biological activities of the plant are mainly on crude extracts with the following therapeutic effects: antimicrobial, antifungal, antioxidant and anti-ulcer activities. In the searches for patent data, one found few patents related to *Spondias purpurea*. It is suggested that further studies are carried out to identify the bioactive compounds, biological activities and cytotoxicity, in order to explore the potential of *S. purpurea* as a source of therapeutic agents.

Keywords: Ethnobotany, Ethnopharmacology, Phytochemistry, *Spondias purpurea*.

Introduction

The genus *Spondias* (Anacardiaceae) comprises agricultural plants, including the fruit seriguela (*Spondias purpurea*), cajá (*S. mombim* L.), umbu (*S. tuberosa* Arruda) and cajá-manga (*S. cytherea* Sonn). In several regions of Brazil, species of *Spondias* are used for medicinal purposes, furthermore, has economic importance, since it is used for production of fruits, juices, jams, ice cream and alcoholic beverages (Silva et al., 2014), besides these species has been reported for a significant number of essential oils (Lemos et al., 1995).

Spondias purpurea is distributed plant in various parts of the world, such as Mexico, Central America and widely found in Northeast Brazil (Ceva-antunes et al., 2006) and frequently cited in ethnobotanical surveys (Freitas et al., 2012; Barboza da Siva et al., 2012). Therefore, a thorough understanding of the possible pharmacological effects of *S. purpurea* is needed. This review focuses on the botany, ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of *S. purpurea*.

Methodology

An extensive bibliographic search was undertaken to identify works on these medicinal plants published in journals and data banks during the period between 1979 and 2014. Were consulted published monographs, theses, proceedings of scientific congresses, websites and technical research publications. Database searches were performed through the internet using Pubmed, Science Direct, Web of Science, SciFinder, Google Scholar and Capes journals. Keywords used in the search were: *Spondias*; *Spondias purpurea*; seriguela and Anacardiaceae.

One also investigated the technological forecasting using the databases European Patent Office, World Intellectual Property Organization, United States Patent and Trademark Office, National Institute of Intellectual Property (INPI) and Spacenet. The keywords used in the search were: *Spondias*, *Spondias purpurea* and seriguela.

1. Plant Botany

1.1 Occurrence and Distribution

The plant *S. purpurea* belongs to the genus *Spondias*, of the family Anacardiaceae, which comprises more than 70 genera and over 600 species, which are mainly trees and shrubs growing in tropical, subtropical and temperate zones (Engels et al., 2012). There are at least 180 common names for the species *S. purpurea* (Miller and Schaal, 2005; Bicas et al., 2011) among these seriguela (Augusto et al., 2000; Ceva-antunes et al., 2006), red mombin, purple mombin, ciruela, Spanish plum, jocote, ciruela mexicana and hog plum (Miller & Schaal, 2005).

Spondias purpurea is a plant native to the tropical semi-arid forests of Mesoamerica originated in Mexico and Central America where wild populations are still found (Bicas et al., 2011; Miller and Schaal, 2005). Some cultivars are also grown in Florida (Macia & Barfod, 2000), India and South America (Augusto et al., 2000). In Brazil it is found in the Northeast, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo and Espírito Santo (Ceva-antunes et al., 2006; Omena et al., 2012).

1.2 Botanical description

S. purpurea may be considered a fast growing plant, even though it grows on rocky slopes in shallow, infertile soils (Pimenta-Barrios & Ramírez-Hernández, 2003). *S. purpurea* is deciduous, polygamous-dioecious, with compound intermarginal imparipinnated leaves with a sheath. The flowers are small with varied colors (greenish white, pink, purple or deep red), arranged in short racemes (Ruenes-morales et al., 2010) (Fig.1).

The small trees (3–10 m) (Fig. 2a) produce oval, smooth and shiny fruits that ripen throughout the year, depending on the variety, and vary widely in color from green to yellow, orange, red and violet (Fig. 2b) (Popenoe, 1979). In the period of maturation, the stage of the beginning of yellow pigment seems to be the one with the best values for the parameters related to mass, volume, length and diameter of the fruit.

However, the best time to harvest has proved to be the predominant red coloration stage, which is when it reaches the high levels of vitamins (Freire et al., 2011; Martins et al., 2003a; Martins et al., 2003b). The main botanical variety of seriguela (red mombin) is produced from September to October. However, other botanical varieties of *Spondias purpurea* are harvested during the dry season (February–May) and the beginning of the wet season (June–July) (Leon and Shaw, 1990; Bautista-Baños et al., 2000).

The kernels of the fruit of *S. purpurea*, mostly, are sterile, causing the plant to propagate asexually by budding, layering, tissue culture, cuttings and grafting, the last two being the most commonly used for gender (Sousa et al., 2010; Lima et al., 2002). Although *S. purpurea* has adapted well to the region of South America, some phytopathological problems affect the fruit quality (Freire, 2001).

2. Economic importance

S. purpurea has economic importance, with the production of fruits, juices, jams, ice cream and alcoholic beverages (Koziol & Macía, 1998). In temperate countries, the genus *Spondias* is one of the most important genera because they are tropical fruit trees for domestication and exploited for their commercial value (Lima et al., 2002).

Furthermore, the fruit of this plant represents an alternative crop that can be used to diversify the horticultural production, increase productivity in regions with low-fertility soils, and form part of strategies seeking to aid the recovery of poor, shallow soils. Therefore, more studies on physiology and technology with this plant should be done to achieve better commercial traits, such as size, shape, color, yield and nutritional value (Maldonado-Astudillo et al., 2014).

Todisco et al. (2014) evaluated the quality and stability of *S. purpurea* components for a period of 120 days of storage; it was possible to verify that the product could have sufficient stability to be marketed.

3. Traditional uses

Spondias purpurea has been in continuous use for different purposes, such as nutritional, medicinal and agricultural ones. In Mexican communities, people usually use the plant in the form of infusion of fresh leaves, taken as a remedy for stomach and flatulence (Alfaro, 1984). Decoction of the leaves and bark is used for anemia, diarrhea,

dysentery and skin infections (Caceres et al., 1990; Zamora-Martínez and de Pascual Pola, 1992; Cáceres et al., 1993).

In Brazil, *S. purpurea* has been mainly used against symptoms of stomachache and diarrhea; however, there have also been reports of its use for diabetes and lowering cholesterol. Most uses occur in the form of tea using the leaves of the plant (Oliveira et al., 2010; Carniello et al., 2010; Nascimento and Conceição, 2011; Freitas et al., 2012; Barboza da Siva et al., 2012).

4. Phytochemistry

From a phytochemical point of view, members of the Anacardiaceae family are rich in secondary plant metabolites, in particular phenolic compounds, with interesting biological activities (Bicas et al., 2011; Engels et al., 2012). Phytochemical studies on the fruit, gum and peel of *Spondias purpurea* were found, with components such as polysaccharide, volatile components, terpenes, flavonoids, whereas few phytochemical studies of the leaves were found. Most chemical studies described in Table 1 characterized the components by HPLC (High Performance/Pressure Liquid Chromatography) and GC (Gas chromatography), and few studies were conducted on the isolation and identification of the plant components.

5. Pharmacological activities

5.1 Antimicrobial activities

The plant *S. purpurea* was tested *in vitro* and *in vivo* for activity against bacteria and fungi using bark, fruit and leaf. Miranda-Cruz et al. (2012) considered *S. purpurea* as a promising antimicrobial source in its ethanol extract. In addition, one showed *S. purpurea* antifungal activities suggesting that future work include the isolation of the active components of these extracts (Bautista-Baños et al., 2000; Bautista-Baños et al., 2002; Pizana et al., 2010) (Table 2).

5.2 Antiprotozoal activity

S. purpurea showed no activity against protozoa *Leishmania donovani*, *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma brucei rhodesiense* and *Trypanosoma cruzi* (Gachet et al., 2010) (Table 2).

5.3 Larvicidal activity

Studies by Lima et al. (2011) showed larvicidal activity (*Aedes aegypti*) of essential oil of *S. purpurea*.

5.4 Antiulcerogenic activity

One showed that the ethanol extract of *S. purpurea* reduced ulcerations at all concentrations administered and promoted no change in volume or gastric pH, suggesting that the extract of *S. purpurea* may constitute a potential target for use in antiulcer therapy (Dantas, 2012).

5.5 Antioxidant activity

Spondias purpurea L. indicated the presence of antioxidants (Engels et al., 2012). Their study shows the profile of its phenolic compounds, which is of particular interest given the increasing evidence of beneficial effects of phenolics on human health. Studies in Brazil have shown that the fruit has high antioxidant activity in test of radical sequestration (DPPH) (Almeida et al., 2011; Barboza da Siva et al., 2012; Gregoris et al., 2013). Other species of the Anacardiaceae family *Spondias pinnata* (Hazra et al., 2008) and *Mangifera indica* (Schieber et al., 2003), contain substances such as flavonoids and xanthones, gallotannins and benzophenone derivatives, with a possible similar antioxidant activity.

Omena et al. (2012) showed that *S. purpurea* (seeds and peel) extracts displayed the highest antioxidant activities. *S. purpurea* seed ethanol extracts presented an acetylcholinesterase (AChE) inhibition zone similar to that of the positive control, carbachol. AChE inhibition assay with chlorogenic acid, one of the main constituents of *S. purpurea* seeds, revealed that this acid showed activity similar to that of the control, physostigmine. These data suggest that these extracts are potentially important antioxidant supplements for the everyday human diet, pharmaceutical and cosmetic industries and the large amount of chlorogenic acid found in *S. purpurea* seeds may explain, in part, its better performance in most antioxidant assays and its inhibition of acetylcholinesterase activity.

5.6 Toxicity activity

Dantas (2012) examined the acute toxicity of extracts from the leaves of *S. purpurea* against *Artemia salina* (microcrustaceans). It was noted that they presented toxicity only 48 hours of exposure (LC₅₀ 823µg/mL) and that Swiss mice ethanol

extract showed low acute toxicity, as evidenced by the absence of relevant clinical signs, as well as the absence of death throughout the observation period at a dose of 2000 mg/kg. Fonseca et al. (2013) showed that seed extracts from *S. purpurea* were not toxic against *Artemia salina*.

In their studies on ethanol extracts of *S. purpurea* seed, peel and pulp, Omena et al. (2012) did not show cytotoxicity using sheep corneal epithelial cells.

6. Search for prior patents

Few patents related to *Spondias purpurea* plant were found. One has been described about a cosmetic composition, bath preparation or cleansing composition containing moisturizing *Spondias purpurea* ingredient(s) with sustainable moisturizing effect for a long period of time and exhibiting high efficacy on the skin in terms of prophylaxis, mitigation or amelioration of dryness, rough skin, chap, dandruff, itch and inflammatory diseases; and on the hair, in terms of dryness, split hair, cut hair and glossing (Ohara et al., 2001).

Some patents have been found with the keyword "*Spondias purpurea*". However, they were not in fact the product obtained from the plant, for example (i) about a byproduct used as oviposition deterring pheromones against fruit flies (Diptera: Tephritidae) of economic importance. This substance can be used to reduce the damage caused by these insects on fruits which are cultivated in commercial and semi-commercial orchards, in garden orchards and in isolated trees in residential gardens, for example *S. purpurea*, which was used as the host plant of these fruit flies (Aluja et al., 2003). And (ii) the invention relates to compositions comprising extracts from plants and the use thereof in methods for increasing the uptake of vitamin C into cells and the plant *S. purpurea* is mentioned from various plants (Wolf, 2010).

Conclusion

S. purpurea is a plant used in various regions of the world, and in northeastern Brazil it has economic importance due to its use in food and medicinal purposes. It is also used for stomachache and diarrhea; however, there have also been reports of its use for diabetes and high cholesterol.

As for the chemical elucidation, one found studies on structures such as fruit, bark and gum, but little is known about the phytochemical profile on the leaves of this

plant. However, the chemical studies are generally detection studies. Thus, more studies on the isolation and identification of the compounds of this plant should be performed.

After such review, it was observed the *in vitro* antioxidant potential in the structures of the bark and the fruit of this plant. Thus, it is suggested that *in vivo* antioxidant activities are performed.

There is evidence regarding the biological activities with bactericidal and fungicidal activity. However, further studies need to be done with modern methods. *S. purpurea* may constitute a potential target for use in anti-ulcer therapy. Activity of low toxicity was reported in *Spondias purpurea* tests with *Artemia salina*, rats and sheep corneal epithelial cells, but further studies should be done to better elucidate the toxicology of this plant. It is suggested that studies are carried out with tumor cells.

References

- ALFARO, M.M. Medicinal plants used in a totonac community of the Sierra Norte de Puebla: Tuzamapan de Galeana, Puebla, Mexico. **Journal Ethnopharmacology**, 11:203–221, 1984.
- ALMEIDA, M.M.B.; DE SOUSA, P.H.M.; ARRIAGA, Â.M.C.; DO PRADO, G.M.; MAGALHÃES, C.E.D.C.; MAIA, G.A. & DE LEMOS, T.L.G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, 44:2155–2159, 2011.
- ALUJA, M.; DIAZ-FLEISHER, F.; EDMUNDUS, A J.F. & HAGMANN, L. **Isolation, structural determination, synthesis, biological activity and application as control agent of the host marking pheromone (and derivatives thereof) of fruit flies of the type Anasterpha (Diptera: Tephritidae)**, 2003.
- AUGUSTO, F.; VALENTE, A.L.P.; TADA, E.S. & RIVELLINO, S.R. Screening of Brazilian fruit aromas using solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of chromatography A**, 873:117–27, 2000.
- BARBOZA DA SIVA, N.C.; DELFINO, A.C.; ESQUIBEL, M.A.; ESPÍRITO SANTO SANTOS, J. & ALMEIDA, M.Z. DE. Uso de plantas medicinais na comunidade quilombola da Barra II – Bahia , Brasil. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, 11:435–453, 2012.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; DÍAZ-PÉREZ, J.C. & CANO-OCHOA, C.F. Evaluation of the fungicidal properties of plant extracts to reduce *Rhizopus stolonifer* of “ciruela” fruit (*Spondias purpurea* L .) during storage. **Postharvest Biology and Technology**, 20:99–106, 2000.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; LETICIA, L.; NECHA, B.; LUNA, L.B.; TORRES, K.B.; FITOPATOLOGÍA, R.M. DE; BAUTISTA-BAÑOS, S.; BARRERA-NECHA, L.L.; BRAVO-LUNA, L.; DESARROLLO, C. DE; BIÓTICOS, D.P.; POLITÉCNICO, I.; YAUTEPEC-JOJUTLA, C.; YAUTEPEC, S.I. & CP, M. Antifungal Activity of Leaf and Stem Extracts from

Various Plant Species on the Incidence of *Colletotrichum gloeosporioides* of Papaya and Mango Fruit After Storage. **Revista Mexicana de Fitopatología**, 20:, 2002.

BICAS, J.L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A.P.; BARROS, F.F.C.; WAGNER, R.; MARÓSTICA JR., M.R. & PASTORE, G.M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **FRIN**, 44:1843–1855, 2011.

BRITO, H. Caracterização química de óleos essenciais de *Spondias mombin* L., *Spondias purpurea* L. e *Spondias* sp (cajarana do sertão). [s.l.] Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

CACERES, A.; CANO, O.; SAMAYOA, B. & AGUILAR, L. Plantas used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. 1. screening of 84 plants against enterobacteria. **Journal of Ethnopharmacology**, 30:55–73, 1990.

CÁCERES, A.; FLETES, L.; AGUILAR, L.; RAMIREZ, O.; FIGUEROA, L.; TARACENA, A M. & SAMAYOA, B. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. 3. Confirmation of activity against enterobacteria of 16 plants. **Journal of Ethnopharmacology**, 38:31–8, 1993.

CARNIELLO, M.A.; SILVA, S.; AP, M. & NETO, G.G. Quintais urbanos de Mirassol D ' Oeste-MT , Brasil : uma abordagem etnobotânica. **Acta Amazonica**, 40:451–470, 2010.

CEVA-ANTUNES, P.M.N.; RIBEIRO, H.; SILVA, A.S.; CARVALHO, C.P.S. & ANTUNES, O.A.C. Analysis of volatile composition of siriguela (*Spondias purpurea* L .) by solid phase microextraction (SPME). **LWT**, 39:436–442, 2006.

DANTAS, A.M. Avaliação da Toxicidade e Atividade Antiulcerogênica das Folhas de *Spondias purpurea* L. [s.l.] Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

ENGELS, C.; GRÄTER, D.; ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V.M.; GÄNZLE, M.G. & SCHIEBER, A. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L .) peels by ultra high-performance liquid chromatography / electrospray ionization mass spectrometry. **FRIN**, 46:557–562, 2012.

FONSECA, R.C.; SOUZA, N.A. DE; CRISTINA, T.; CORREA, L.; GARCIA, L.F.; GUILHERME, L. & RODRIGUEZ, A.G. Assessment of toxic potential of Cerrado fruit seeds using *Artemia salina* bioassay. **Food Science and Technology**, 33:251–256, 2013.

FREIRE, C.O. Uso da manípueira no controle do oídio da cirigueleira: resultados preliminares. Comunicado técnico Embrapa, 1–3, 2001.

FREIRE, E.C.; SILVA, F. V; SANTOS, A.F. & MEDEIROS, I.F. Quality assessment of red mombin fruit (*Spondias purpurea*, L.) in different stages of maturity. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, 6:27–40, 2011.

FREITAS, A.V.L.; COELHO, M. DE F.B.; MAIA, S.S.S. & AZEVEDO, R.A.B. DE. Plantas medicinais : um estudo etnobotânico nos quintais do Sítio Cruz , São Miguel , Rio Grande do Norte , Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 48–59, 2012.

GACHET, M.S.; LECARO, J.S.; KAISER, M.; BRUN, R.; NAVARRETE, H.; MUÑOZ, R. A; BAUER, R. & SCHÜHLY, W. Assessment of anti-protozoal activity of plants traditionally used

in Ecuador in the treatment of leishmaniasis. **Journal of ethnopharmacology**, 128:184–97, 2010.

GREGORIS, E.; PEREIRA LIMA, G.P.; FABRIS, S.; BERTELLE, M.; SICARI, M. & STEVANATO, R. Antioxidant properties of Brazilian tropical fruits by correlation between different assays. **BioMed research international**, 2013:132759, 2013.

HAZRA, B.; BISWAS, S. & MANDAL, N. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Spondias pinnata*. **BMC complementary and alternative medicine**, 8:63, 2008.

KOZIOL, M. & MACÍA, M. Chemical composition, nutritional evaluation, and economic prospects of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). **Economic Botany**, 52:373–380, 1998.

LEMONS, T.; NOGUEIRA, P.; ALENCAR, J. & CRAVEIRO, A. Composition of the Leaf Oils of Four *Spondias* Species from Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, 7:561–563, 1995a.

LEMONS, T.L.G.; NOGUEIRA, P.C.L.; ALENCAR, J.W. & CRAVEIRO, A. A. Composition of the Leaf Oils of Four *Spondias* Species from Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, 7:561–563, 1995b.

LEON, J. & SHAW, P.E. *Spondias*: the red mombin and related fruits. In: NAGY, S. et al. (Eds.). . Florida Sc ed.[s.l: s.n.]. p. 117–126.

LIMA, A.K.; REZENDE, L.P.; CÂMARA, F.A. & NUNES, G.H. Propagation of cajarana (*Spondias* sp.) and spanish-plum (*Spondias purpurea*) by leafed soft cuttings in Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil. **Caatinga**, 15:33–38, 2002.

LIMA, M. A A; OLIVEIRA, F.F.M. DE; GOMES, G. A; PATRÍCIA, L.; SANTIAGO, G.M.P.; NAGAO-DIAS, A.T.; ARRIAGA, Â.M.C.; LEMOS, L.G. & CARVALHO, M.G. DE. Evaluation of larvicidal activity of the essential oils of plants species from Brazil against *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). **African Journal of Biotechnology**, 10:11716–11720, 2011.

MACIA, M.J. & BARFOD, A.S. Economic Botany of *Spondias purpurea* in Ecuador. **Economic Botany**, 54:449–458, 2000.

MALDONADO-ASTUDILLO, Y.I.; ALIA-TEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C.A.; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; ANDRADE-RODRÍGUEZ, M.; BAUTISTA-BAÑOS, S. & VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, 174:193–206, 2014.

MARTÍNEZ, M.; LEÓN DE PINTO, G.; BOZO DE GONZÁLEZ, M.; HERRERA, J.; OULYADI, H. & GUILHAUDIS, L. New structural features of *Spondias purpurea* gum exudate. **Food Hydrocolloids**, 22:1310–1314, 2008.

MARTINS, L.P.; SILVA, S.D.E.M.; ALVES, R.E. & FILGUEIRAS, H.A.C. Fisiologia do dano pelo frio em cirigueira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 25:23–26, 2003a.

MARTINS, L.P.; SILVA, S.D.E.M.; ALVES, R.E. & FILGUEIRAS, H.A.C. Desenvolvimento de frutos de cirigueira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 25:11–14, 2003b.

MILLER, A. & SCHAAL, B. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102:12801–6, 2005.

MIRANDA-CRUZ, E.; ESPINOSA-MORENO, J.; CENTURIÓN-HIDALGO, D.; VELÁZQUEZ-MARTINEZ, J.R. & ALOR-CHÁVEZ, M.J. Actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L., *Pterocarpus hayesii* L., *Tynanthus guatemalensis* L. y *Spondias purpurea* L. **Boletim Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, 11:354–361, 2012.

NARVÁEZ-VÁSQUEZ, J.; PEARCE, G. & RYAN, C. A. The plant cell wall matrix harbors a precursor of defense signaling peptides. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 102:12974–7, 2005.

NASCIMENTO, J.M. & CONCEIÇÃO, G.M. Plantas medicinais e indicações terapêuticas da comunidade quilombola Olho d'água do Raposo, Caixas, Maranhão, Brasil. **Biofar**, 06:138–151, 2011.

OHARA; TOKI, M. & KONDO, M. **Cosmetic composition containing moisturizing plant extract**, 2001.

OLIVEIRA, F.C.S.; BARROS, R.F.M. & MOITA NETO, J.M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 282–301, 2010.

OMENA, C.M.B.; VALENTIM, I.B.; GUEDES, G. DA S.; RABELO, L.A.; MANO, C.M.; BECHARA, E.J.H.; SAWAYA, A.C.H.F.; TREVISAN, M.T.S.; COSTA, J.G. DA; FERREIRA, R.C.S. & SANT'ANA, ANTÔNIO EUZÉBIO GOULART GOULART, M.O.F. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. **FRIN**, 49:334–344, 2012.

PIMENTA-BARRIOS, E. & RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, B.C. Phenology, Growth, and Response to Light of Ciruela Mexicana (*Spondias purpurea* L., Anacardiaceae). **Economic Botany**, 57:2003, 2003.

PIZANA, C.; NECHA, L. & GÓMEZ, M. Evaluation of the fungicidal activity of leaves powders and extracts of fifteen mexican plants against *Fusarium oxysporum* f.sp. gadioli (Massey) Snyder and Hansen. **Plant Pathology Journal**, 9:103–111, 2010.

POPENOE, J. The Genus *Spondias* In Florida. **Proc.Fla.State Hort. Soc**, 92:277–279, 1979.

RUENES-MORALES, M.R.; CASAS, A.; JOSÉ, J. & JAVIER, J. En La Península De Yucatán. **Interciência**, 35:247–254, 2010.

SCHIEBER, A.; BERARDINI, N. & CARLE, R. Identification of Flavonol and Xanthone Glycosides from Mango (*Mangifera indica* L. Cv. “Tommy Atkins”) Peels by High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51:5006–5011, 2003.

SILVA, G.A.; BRITO, N.J.N.; SANTOS, E.C.G.; LÓPEZ, J.A. & ALMEIDA, G. Gênero *Spondias*: Aspectos Botânicos, Composição química e potencial farmacológico. **Biofar**, 10:1–16, 2014.

SOUSA, M.J.M.; MORAL, F.F.; NASCIMENTO, G.N.L.; SOARES, N.P. & AVERSI-FERREIRA, T.A. Medicinal plants used by Itamaraty community nearby Anápolis, Goiás State, Brazil. **Acta Scientiarum. Health Science**, 32:177–184, 2010.

TODISCO, K.M.; CASTRO-ALVES, V.C.; GARRUTI, S.; MARIA, J. & CLEMENTE, E. The Use of Headspace Solid-Phase Microextraction (HS-SPME) to Assess the Quality and Stability of Fruit Products: An Example Using Red Mombin Pulp (*Spondias purpurea* L.). **Molecules**, 19:16851–16860, 2014.

WOLF, F. **Compositions and methods for increasing vitamin c uptake into cells and methods for retarding skin ageing , lightening skin and modulating hair colour**, 2010.

ZAMORA-MARTÍNEZ, M.C. & DE PASCUAL POLA, C.N. Medicinal plants used in some rural populations of Oaxaca, Puebla and Veracruz, Mexico. **Journal of ethnopharmacology**, 35:229–57, 1992.

ZIELINSKI, A.A.F.; ÁVILA, S.; ITO, V.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. & HAMINIUK, C.W.I. The Association between Chromaticity, Phenolics, Carotenoids, and In Vitro Antioxidant Activity of Frozen Fruit Pulp in Brazil: An Application of Chemometrics. **Journal of Food Science**, 79:, 2014.

Figures



Fig.1: The leaves and flowers of *Spondias purpurea* L.

Fonte: The Virtual Field Herbarium.

(<http://herbaria.plants.ox.ac.uk/vfh/image/index.php?item=1604&taxonomy=16>)



Fig. 2: *Spondias purpurea* (a) the tree, (b) the fruit. Fonte: (Narváez-Vásquez et al., 2005).

Table 1: List of chemical constituents isolated from *Spondias purpurea*.

Plant part	Name of compound	References
Leaf	β -caryophyllene (11.16%), δ -cadinene (10.29%), torreyol (11.63%) and T-muurolol (10.09%)*	Lemos et al. (1995)
Fruit	hexanal 6.95% and hexadecanoic acid 18.51% (components volatile)*	Koziol and Macía (1998)
Fruit	alcohols, esters, aldehydes, ketones and terpene hydrocarbons *	Augusto et al. (2000)
Pulp of the fresh fruit	27 compounds were identified, 2 ketones, 4 alcohols, 7 aldehydes, 9 esters and 5 terpenic hydrocarbons*	Ceva-antunes et al. (2006)
Gum exudate	galactose (59%), arabinose (9%), mannose (2%), xylose (2%), rhamnose (2%) and uronic acids (26%) (polysaccharide)**	Martínez et al. (2008)
Leaf	β -caryophyllene and α -humulene oils*	Brito (2010)
Peel extracts	quercetin, rhamnetin, kampferol, and kaempferide (flavonoids)*	Engels et al. (2012)

Methodology: *detected, **identified

Table 2. Results from bioassays performed in *Spondias purpurea*.

Bioassay	Plant part	Pharmacological results	Reference
Antibacterial	Leaf	<i>Escherichia coli</i> (10mg), <i>Shigella flexneri</i> (+/-) (10mg), <i>Salmonella typhi</i> (+/-), <i>Salmonella enteritidis</i> (-), <i>Shigella dysenteriae</i> (-)	Caceres et al. (1990b)
Antibacterial MIC	Leaf	<i>Bacillus cereus</i> (7.5 mg/mL)	Miranda-Cruz et al. (2012)
Antiprotozoal	Bark	Inactive against <i>Leishmania donovani</i> , <i>Plasmodium falciparum</i> , <i>Trypanosoma brucei rhodesiense</i> and <i>Trypanosoma cruzi</i>	Gachet et al. (2010)
Larvicidal	Leaf	<i>Aedes aegypti</i> (LC ₅₀ 39.7µg/mL)	Lima et al. (2011)
Antifungal (decreased germination of esporangio spore)	Leaf	<i>Rhizopus stolonifer</i>	Baustista-Banões (2000)
Antifungal (Inhibition of sporulation)	Leaf and stem	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Baustista-Banões (2002)
Antifungal (Inhibition of sporulation and micelial)	Powders and leaf	<i>Fusarium oxysporum</i> (mycelia growth 57.2%)	Pizana et al. (2010)
Acute toxicity	Leaf	Negative (2000mg/kg, 14 days)	Dantas (2012)
Cytotoxicity <i>Artemia salina</i>	Leaf	Leaves 823µg/mL (48h)	Dantas (2012)
Cytotoxicity <i>Artemia salina</i>	Seed	Seed 0.5g/mL	Fonseca et al. (2013)

Cytotoxic effect on corneal epithelial cells of sheep	Seed and peel	100 ppm	Omena et al. (2012)
Antiulcerogenic	Leaf	250 mg/kg	Dantas (2012)
Antioxidant activity	Seed	Acetylcholinesterase Inhibition	Omena et al. (2012)
	Peels	UV spectra	Engels et al. (2012)
	Fruit	DPPH	Almeida et al. (2011), Barboza da Silva et al. (2012), Gregoris et al. (2013)
	Frozen Fruit Pulp	FRAP and DPPH (few phenolic compounds and antioxidant activity.)	Zielinski et al. (2014)

Comprovante de submissão Capítulo 3

Biological Control Submission - Manuscript Number Assigned



Ms. No.: BCON-14-407

Title: Biocontrol potential of *Spondias purpurea* leaf extract against witches' broom disease of *Theobroma cacao*

Corresponding Author: Dr. Cristina Pungartnik

Authors: Gabriele Marisco, Master; Regineide X Santos Alves, PhD; Rosane Aguiar, PhD; Martin Brendel, PhD;

Dear Dr. Pungartnik,

Your submission, referenced above, has been assigned the following manuscript number: BCON-14-407

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author:

<http://ees.elsevier.com/bcon/>

Thank you for submitting your work to Biological Control.

Kind regards,

Biological Control, Editorial Office

Elsevier

Capítulo 3: Biocontrol potential of leaf extract of *Spondias purpurea* L. against the fungus *Moniliophthora perniciosa* that causes the witches' broom disease of *Theobroma cacao*

Gabriele Marisco^{1,3}, Regineide Xavier Santos¹, Rosane Aguiar², Martin Brendel³,
Cristina Pungartnik^{3*}

¹ Departamento Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Rodovia Estrada do Bem Querer, Km 4, Vitória da Conquista, Bahia, 45083-900, Brasil
. gabrielemarisco@hotmail.com, sxneide@gmail.com

² Departamento Química e Exatas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rua
José Moreira Sobrinho, s/n – Jequezinho, Jequié, Bahia, 45206-190. Brasil,
rmouraa@yahoo.com.br

³ Departamento Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Laboratório
de Biologia dos Fungos, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km-16, Salobrinho, Ilhéus, Bahia,
45662-000, Brasil. martinbrendel@yahoo.com.br, cpungartnik@yahoo.com.br.
+557336805438.

* Corresponding author

Abstract

Plants are a potential source of various chemical compounds, known as phytochemicals, i.e., terpenoids, alkaloids, phenolics, glucosides, etc., which are effective in pest control. The fungus *Moniliophthora perniciosa* is a phytopathogenic basidiomycete that infects cacao (*Theobroma cacao* L.) and causes witches' broom disease. The present study evaluated *in vitro* the antifungal properties of *Spondias purpurea* extract against *M. perniciosa*. Ethanol crude extract (CE) from *S. purpurea* leaves and fractions were tested for their antifungal activity using *M. perniciosa*. At a dose of 10 mg/mL CE inhibited mycelial growth of *M. perniciosa* by 60% while broken hyphae of the fungus were inactivated by 90% at a CE dose of 8 mg/mL. Fractionation of CE yielded one terpene-containing sub fraction (FA) with the highest fungicidal activity. FA had oxidant activity and its application induced oxidative stress in *M. perniciosa*, which would render the cells more sensitivity to this fraction. The chromatographic profile observed with FA of *S. purpurea* leaves revealed a variety of terpenes with Spathulenol (14,2%) as major component, followed by Linolenic acid (8.4%), *trans*-Caryophyllene (6,9%) and Alpha-muurolene (6,9%). CE from *Spondias purpurea* may also have antifungal activity *in vivo*, which would make this plant a natural source for antifungal compounds against *M. perniciosa*.

Key words: *Moniliophthora perniciosa*, phytopathogenic fungi, biopesticide, fungicide, terpenes

1. Introduction

Moniliophthora perniciosa (Stahel) (Aime and Phillips-Mora, 2005) is a hemibiotrophic phytopathogenic fungus that infects cacao (*Theobroma cacao* L.) and causes witches' broom disease. This has severely reduced cacao production in Southern Bahia, the main cacao producing region in Brazil (Meinhardt et al., 2008), and has introduced serious socio-economical and environmental problems (Loguercio et al., 2009).

In the last 25 years there have been numerous efforts to contain the spread or to eradicate the phytopathogenic fungus. Several strategies to minimize damage by *M. perniciosa* have emerged: (a) increase resistance of *T. cacao* plants, for example, by quantitatively characterizing the progeny of crosses between clones with contrasting genotypes for several traits, including resistance (Dantas Neto et al., 2005); identify new sources of resistance in progenies of cacao accessions from the Brazilian Amazon (Paim et al., 2006); (b) develop new fungicides or isolate chemical compounds with antifungal properties from natural sources, for instance, using as biocontrol Mycoparasite mixtures (Krauss and Soberanis, 2001); use the extract of *Azadirachta indica* for reduction of *M. perniciosa* spore germination (Ramos et al., 2007); endophytic fungi isolated from *Theobroma cacao* (Mejía et al., 2008); killer yeasts isolated from fruit and soil activity (Cabral et al., 2009); development of the product marketed TRICOVAB (*Trichoderma stromaticum*) (De Souza et al., 2008; Loguercio et al., 2009); endophytic fungi, derived from plants *Luehea divaricata* (Bernardi-Wenzel et al., 2013) and *Trichilia elegans* (Flores et al., 2013) and antimicrobial activity of *Bacillus subtilis* against *M. perniciosa* (Falcão et al., 2014); (c) molecular studies to clarify the mechanisms of host-pathogen interaction, e.g., characterization of *T. cacao* ascorbate peroxidase, involved in the molecular interaction of *T. cacao* and *M. perniciosa* (Camillo et al., 2013); another example is showed that TcPR-4b may be a good candidate for biotechnological or molecular genetics control strategies of the witches' broom disease in cacao (Menezes et al., 2014) and (d) application of a combination treatment with the biological control fungus *Trichoderma stromaticum* and the fungicide copper hydroxide, which so far appears the best alternative in pest control (Medeiros et al., 2010).

However, *T. cacao* seedlings subjected to increasing levels of copper (Cu) showed negative effects on growth (Souza et al., 2014) and Cu also causes environmental problems (Yang et al., 2005). Synthetic pesticides and fungicides cause

several side effects for human health that include carcinogenicity, teratogenicity and residual toxicity (Fathima et al., 2009). Biological control, therefore, appears important to help in reducing effects of witches' broom disease to economically viable levels and in decreasing the use of chemical fungicides (Krauss and Soberanis, 2001).

The wide variation of natural resources in Brazilian ecosystems and the natural diversity of chemical components in plants is a potential source of bioactive materials (Duarte et al., 2005). Plant metabolites and plant-based pesticides and fungicides appear to be a promising alternative to synthetic pesticides as they have minimal environmental impact and pose less danger to consumers (Satish et al., 2007; Dubey et al., 2008). Thus, they are good candidates for the development of products effective in control of pests (Marei et al., 2012) and pathogenic fungi (Cowan, 1999; Johann et al., 2010; Pizana et al., 2010; Srinivasan and Sarada, 2012).

Spondias purpurea L., a plant belonging to the family of Anacardiaceae, originated from the region of Mexico and Central America (Leon and Shaw, 1990) and is also widely present in the northeastern of Brazil (Ceva-Antunes et al., 2006). It is popularly known as seriguela and ciruela. This plant is traditionally used as herbal medicine for treatment of anemia, diarrhea, dysentery and skin infections (Engels et al., 2012). In Brazil, it is used against diabetes and high cholesterol (Freitas et al., 2012; Barboza da Siva et al., 2012; Oliveira et al., 2010). Its economic importance is also derived from the production of fruits, juices, jams, ice cream and alcoholic beverages (Koziol and Macía, 1998).

In vitro studies showed antifungal activity of *S. purpurea* as the aqueous leaf extract decreased germination of conidia of *Rhizopus stolonifer* (Bautista-Baños et al., 2000). Also, aqueous extract of leaf and stem inhibited sporulation of *Colletotrichum gloeosporioides* (Baños et al., 2002), while methanol leaf extract and powders inhibited mycelial growth of *Fusarium oxysporum* and hexane extract decreased sporulation (Pizana et al., 2010).

Based on increasing public concern about pesticide residues in food products, as well as about soil-degrading effects of fungicides, the availability of a sustainable, environmentally friendly method for disease control in *T. cacao* is highly desirable (Hanada et al., 2009). Biocontrol appears to be one of the few viable approaches (Krauss et al., 2006), therefore, we aimed to evaluate *in vitro* the antifungal potential of *S. purpurea* extract against *Moniliophthora perniciosa*.

2. Materials and Methods

2.1. Plant extract

The plant *S. purpurea* was collected in Vitória da Conquista, Bahia (UESB, 14 52 49S 40 47 34W). Voucher specimen were identified and deposited in the herbarium at UESB (number 6457). After 2 d of drying in circulating warm air (40 °C) the leaves were macerated with a pestle. A one hundred g sample of powder was exhaustively extracted with ethanol (99.9%). After filtration through paper filters the ethanol was removed in a rotary evaporator to produce a dry powder, the crude extract (CE).

2.1.1 Fractionation of the crude extract of *S. purpurea*

One gram of CE was fractionated based on the polarity change (Harborne, 1984), the following ratios of solvent combinations were sequentially used in the elution process; chloroform 100%, chloroform: methanol 3:1; ethyl acetate 100%. This fractionation resulted into four fractions [chloroform fraction (FA), chloroform-methanol fraction (FB), methanol extract (FC) and ethyl acetate fraction (FD)]. The solvent was removed by rotary evaporation and for bioassay the extracts were dissolved in ethanol (for details check Supplementary material 1).

2.2. In vitro antifungal assay

2.2.1 *M. perniciosus* strain, growth conditions

M. perniciosus strain ALF553 was used (deposited at Universidade Estadual de Feira de Santana, at Feira de Santana, Bahia, Brazil, access number CCBM000257) in all experiments. Starter cultures of *M. perniciosus* were kept on solid agar media (CPD: 2% glucose, 2% peptone; 2% agar added for solid media) grown at 25 °C, for 14 d. Dikaryotic phase of growth was microscopically confirmed by the presence of clamp connections while species-specificity of *M. perniciosus* cultures was confirmed by PCR amplification of the actin gene (data not shown) (Melo et al., 2006).

2.2.2 *M. perniciosus* sensitivity to CE

A *M. perniciosus* containing disc (2–3 mm) from the starter culture was transferred to CPD supplemented with CE (1, 10 and 20 mg/mL). CE was diluted in ethanol (99.9 % P.A.) and the maximum ethanol concentration per plate was 5%. Plates

were incubated at 25 °C, and after 14 d and the halo of *M. perniciosus* mycelial growth was photographed and measured. Photos are representative of a minimum of 3 experiments. Results were expressed as percent ($N/N_0 \times 100$) of reduction of treated mycelium diameter (N) as compared to control (N_0). Data represent media and standard deviation of minimum of 3 plates and minimum of 4 measurements per plate (i.e. 95%). Ethanol control plates were not different from control plates (CPD).

2.2.3 *M. perniciosus* survival curve to CE and sub fractions

Sensitivity of *M. perniciosus* broken hyphae to CE and its four sub fractions (FA, FB, FC, FD) was determined by the methodology described by Filho et al. (2006), either in liquid or solid CPD. Briefly, two to three discs (2–3 mm) were cut out from the periphery of the mycelium of the starter culture and transferred into 5 mL of liquid CPD containing 1 g of sterile glass beads (Sigma, G1277). After vigorous vortexing for 60 s, 1 to 3 mL of the resulting suspension was transferred to 10 mL of fresh liquid media and incubated for 7 days with no agitation. One to 3 mL of *M. perniciosus* from this culture was again submitted to the vortexing process and the resulting suspension was resuspended into 10 mL liquid CPD. This suspension was used for survival curves in two different ways: a) One mL of broken hyphae suspension of *M. perniciosus* was applied to three plates of CPD + CE (solid CPD containing 0, 2, 4 and 8 mg/mL) and the absolute number of “colonies” was counted after 7 day incubation at 25°C. b) or, the suspension was incubated for 1 hour with each of the fractions (FA, FB, FC, FD) in liquid CPD (0, 0.25, 0.5, 1 and 5 mg/mL) and plated on CPD. In either situation each three treated plates gave rise to a number of “colonies”/mL of suspension (N). Control plates without CE or sub fractions (N_0) yielded *M. perniciosus* colonies at 100% survival. Results are expressed as the percentage of survival related to the untreated controls ($N/N_0 \times 100$). Results are the mean of at least three independent experiments. Survival data are presented in a semi-log graph (Brendel and Haynes, 1973). Standard deviation and statistical analyses were calculated by GraphPad Prism program.

2.3. Phytochemical screening

The extracts (CE, FA, FB, FC, FD) of *S. purpurea* were subjected to qualitative chemical screening for the identification of the classes alkaloids, flavonoids, tannins,

saponins, terpenes and proteins, according to methodology described (Harborne, 1998; Raaman, 2006).

2.4. Fluorescence assay

*M. pernicios*a hyphae were treated with 1 mg/mL FA for 1 h at 25 °C. The hyphae were then washed twice with 0.9% saline. A 1 mL sample of hyphae treated was stained by the addition of 1 µL stock solution of dihydroethidium (DHE; Sigma-Aldrich) (1mg/mL) and mixed by inversion, incubated for 30 min at 37 °C, then washed three times with 0.9% saline and finally resuspended in 100 µL of saline. A sample (1 ml) of non-treated hyphae and hyphae treated with 4 mM H₂O₂ were treated under the same conditions and was checked for oxidative/reductive stress. Images were captured using a 40X objective under bright field as well as under fluorescent filters using IM50 software (Leica). The photographs represent hyphae from at least three independent experiments.

2.5. Chromatographic analysis

The chemical constituents of fraction FA was analyzed using a Shimadzu QP5050A GC-MS, fitted with Shimadzu AOC-20i auto sampler. The GC-MS using a (5%-phenyl) methylpolysiloxane DB-5 capillary column (30 m x 0.25 mm) with thickness of 0.25 µm; carrier gas helium at 1.2 mL/min with splitless mode. Temperatures of the injector and detector: 280°C and 280°C respectively. The column temperature was programmed at 60 °C (hold 1 min) to 180 °C (hold 1 min) at 4 °C/min and then at 260 °C (hold 25 min) at 10 °C / min. The mass spectra were produced by electron impact at 70 eV. The constituents were identified by comparing retention indices (RI) with the corresponding reference data in Adams (2007) and using the library of mass spectra of NIST11. A C13 to C20 *n*-paraffin hydrocarbons mixture was used to obtain the RI. One still did injections of sample and standards in GC-FID, under the same conditions of analysis, to obtain the percentage of area.

3. Results and discussion

The antifungal action results of the crude extract (CE) are presented in Figure 1A and 1B against *M. pernicioso*, with the inhibition of mycelial radial growth around 60% at 10 mg/mL and total inhibition at 20 mg/mL. Hyphae *M. pernicioso* showed less sensitivity to 10% when subjected to the crude extract at a dose of 8 mg /mL (Figure 1C).

The survival of *M. pernicioso* after treatment with the fractions (FA, FB, FC, FD) of CE is shown in Figure 2. FA showed high antifungal activity at a dose of 1 mg/mL, FD showed activity at 5 mg/mL following FB; FC did not show any activity at these exposure concentrations. The differential distribution of the bioactivity among fractions might be explained by proportions of different bioactive components from each fraction acting either in a synergetic or potentiating way (Ngouana et al., 2011).

Aqueous extracts of leaves *S. purpurea* demonstrated the fungicidal potential of *Rhizopus stolonifer* (Bautista-Baños et al., 2000) and leaf and stem derived extracts totally inhibited sporulation of *Colletotrichum gloeosporioides* (Baños et al., 2002). Both studies suggest that the active compounds from those extracts with fungicidal potential need to be isolated. Previous studies indicate that the effect of plant extracts on fungal pathogens may be attributed to their content on secondary metabolites (e.g., alkaloids, phenolics, flavonoids and terpenoid compounds) with known antifungal activity (Mohamed and El-hadidy, 2008). Pizana et al. (2010) showed *S. purpurea* inhibition of mycelial *Fusarium oxysporum* and suggested that this activity is associated with the concentration of found sesquiterpenes.

The CE and fractions were phytochemically analyzed in a qualitative screening of the main secondary plant metabolites. The results showed presence of tannins in EC, FA and FB, while saponins were not found in FD. Alkaloids were present in CE and FB. However, terpenoids could only be detected in CE and FA (Table 1).

Since cytotoxicity against *M. pernicioso* was greater in FA as compared to other fractions (Figure 2), and terpenes are known for membrane disruption by the lipophilic compounds (Cowan, 1999) and are also known to induce reactive oxygen species (ROS) (Bakkali and Idaomar, 2008), we performed a fluorescence assay with DHE (Figure 3).

The activity of some sesquiterpenes, as α -humulene found in plant *Abies balsamea*, has also been able to induce a decrease in cellular glutathione content and increased production of ROS, in tumor cell lines *in vitro*, suggesting that both the

depletion of glutathione and the production of ROS (superoxide and hydrogen peroxide) may be involved in the cytotoxic action (Legault et al., 2003).

There is evidence for the role of endogenous ROS as a causative agent in mutagenesis and as a significant contributor to the mutational burden in microbes during periods of oxidative stress in which this response may be related to cytotoxic form (Dwyer et al., 2009). Fungi require well-defined regulation of expression of anti-oxidation systems. Therefore, because of their pivotal role a destabilization of anti-oxidation systems may be an effective way to control fungal pathogens, by effectively inhibiting fungal growth (Kim et al., 2011).

According to Figure 3, FA promoted oxidant activity in *M. pernicioso*. As shown in the fluorescence assay radiant red color is indicative of oxidative stress. This is possible because the cytosolic DHE when oxidized by ROS (singlet oxygen, hydroxyl radicals, superoxide, peroxides and hydro peroxides) produces ethidium, which intercalates with DNA of a cell and emits bright red fluorescence at 605 nm (Bradner and Nevalainen, 2003). Marisco et al. (2011) showed similar results in the eukaryotic model yeast *S. cerevisiae* using hydrogen peroxide as pro oxidant. Thus, FA-exposed *M. pernicioso* hyphae showed a similar profile when subjected to a free radical-generating chemical treatment.

Results in Table 1 and Figure 3 suggest that the active of secondary CE metabolites are terpenes. In order to strengthen this hypothesis on the antifungal activity of FA from leaves of *S. purpurea*, we analyzed the samples via chromatographical analyses. The chemical constituents of FA identified by GC-MS and GC-FID are listed in Table 2. The chromatographic analysis in this study identified 14 components (78%) and allowed the identification of sesquiterpenes as major constituents, spathulenol (14.2%), trans-caryophyllene (6.9%) and alpha-muurolene (6.9%), in addition of free fatty acid, linolenic acid (8.4%). These results confirm data from Pizana et al. (2010), who detected the presence of many sesquiterpenes in leaves of this species.

Plants containing Spathulenol show antifungal activity on the yeast *Candida albicans* (Al Nomaani et al., 2013; Wang et al., 2012) and also antibacterial activity (Esmaeili et al., 2012). Linoleic acid is known to be involved in processes of lipid peroxidation (Prasad and Pospíšil, 2011) and was cited for reduced mycelial growth of *M. pernicioso* (Walters et al., 2004). We should, however, point out that the major constituent of an extract not necessarily is solely responsible for the observed biological

activity. A minor component may be more potent or activity can be attributed to synergistic or antagonistic action of various components in the respective extract (Bakkali and Idaomar, 2008).

The inherent pesticide properties of some terpenes make them useful as potential alternative pest control agents. They could also serve as good lead compounds for the development of safe, effective and fully biodegradable anti-fungal agents (Wuryatmo et al., 2003; Cárdenas-Ortega et al., 2005). The use of a crude plant extract to protect crops against fungal attack may be acceptable for the organic production of crops (Mahlo et al., 2010). Secondary metabolites from medicinal plants are useful in alternative therapy, either directly or can serve as models for new synthetic substances (Houghton, 2000). Such natural products may represent a sustainable alternative to the use of chemical pesticides (Askarne et al., 2012). Thus, there has been a growing interest on the research of the possible use of plant secondary metabolites for pest and disease control in agriculture (Costa et al., 2000).

4. Conclusion

As there still is no effective product to contain witches' broom disease in *T. cacao*, and chemical fungicides like copper hydroxide pose problems in soil deterioration (Medeiros et al., 2010), the continuing search for antifungal bio products is warranted. Leaf extracts of *Spondias purpurea* have significant antifungal properties and this plant may thus be a good candidate for an intensified study of its *in vitro* and *in vivo* activities. Various secondary metabolites, mainly terpenes, may be responsible for induction of reactive oxygen species that may exert antifungal activity. Since *S. purpurea* is widely distributed in northeastern Brazil and the production of leaf extract with ethanol is rather simple, the crude plant extract could be the base to develop a commercially viable product for the treatment of witches' broom disease of cacao.

Authors' contributions

GM, RXS, and RA conducted experiments. CP and MB revised and critically contributed to the manuscript. All authors have given approval for publication of the final version.

Acknowledgments

This work was supported by UESB and CNPq. GMS is a doctoral student in RENORBIO post-graduation program. MB is visiting professor at UESC supported by FAPESB. We thank Dr. Marco A. Costa for providing equipment for fluorescence microscopy.

References

- Adams, R.P., 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry., 4th ed. Allured Publishing Corporation, Illinois.
- Aime, M.C., Phillips-Mora, W., 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97, 1012–1022. doi:10.3852/mycologia.97.5.1012
- Al Nomaani, R.S.S., Hossain, M.A., Weli, A.M., Al-Riyami, Q., Al-Sabahi, J.N., 2013. Chemical composition of essential oils and in vitro antioxidant activity of fresh and dry leaves crude extracts of medicinal plant of *Lactuca Sativa* L. native to Sultanate of Oman. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine* 3, 353–7. doi:10.1016/S2221-1691(13)60076-3
- Askarne, L., Talibi, I., Boubaker, H., Boudyach, E.H., Msanda, F., Saadi, B., Serghini, M.A., Aoumar, A.A. Ben, 2012. In vitro and in vivo antifungal activity of several Moroccan plants against *Penicillium italicum*, the causal agent of citrus blue mold. *Crop Protection* 40, 53–58. doi:10.1016/j.cropro.2012.04.023
- Bakkali, F., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology* 46, 446–475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106
- Baños, S.B., Leticia, L., Necha, B., Luna, L.B., Torres, K.B., Fitopatología, R.M. De, Bautista-baños, S., Barrera-necha, L.L., Bravo-luna, L., Desarrollo, C. De, Bióticos, D.P., Politécnico, I., Yauatepec-jojutla, C., Yauatepec, S.I., Cp, M., 2002. Antifungal Activity of Leaf and Stem Extracts from Various Plant Species on the Incidence of *Colletotrichum gloeosporioides* of Papaya and Mango Fruit After Storage. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20.
- Barboza da Siva, N.C., Delfino, A.C., Esquibel, M.A., Espírito Santo Santos, J., Almeida, M.Z. de, 2012. Uso de plantas medicinais na comunidade quilombola da Barra II – Bahia, Brasil. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 11, 435–453.
- Bautista-Baños, S., Hernández-López, M., Díaz-Pérez, J.C., Cano-Ochoa, C.F., 2000. Evaluation of the fungicidal properties of plant extracts to reduce *Rhizopus stolonifer* of “ciruela” fruit (*Spondias purpurea* L.) during storage. *Postharvest Biology and Technology* 20, 99–106.
- Bernardi-Wenzel, J., Garcia, a, Azevedo, J.L., Pamphile, J. a, 2013. Molecular characterization by amplified ribosomal DNA restriction analysis and antimicrobial potential of endophytic fungi isolated from *Luehea divaricata* (Malvaceae) against plant pathogenic fungi and

pathogenic bacteria. Genetics and molecular research : GMR 12, 5072–84.
doi:10.4238/2013.October.29.2

- Bradner, J.R., Nevalainen, K.M.H., 2003. Metabolic activity in filamentous fungi can be analysed by flow cytometry. *Journal of Microbiological Methods* 54, 193–201.
doi:10.1016/S0167-7012(03)00043-5
- Brendel, M., Haynes, R.H., 1973. Interactions among genes controlling sensitivity to radiation and alkylation in yeast. *Molecular & general genetics* : MGG 125, 197–216.
- Cabral, A.D.S., Maria, P., Carvalho, B. De, Pinotti, T., Hagler, A.N., 2009. Killer yeasts inhibit the growth of the phytopathogen *moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease. *Brazilian Journal of Microbiology* 40, 108–110.
- Camillo, L.R., Filadelfo, C.R., Monzani, P.S., Corrêa, R.X., Gramacho, K.P., Micheli, F., Pirovani, C.P., 2013. Tc-cAPX, a cytosolic ascorbate peroxidase of *Theobroma cacao* L. engaged in the interaction with *Moniliophthora perniciosa*, the causing agent of witches' broom disease. *Plant physiology and biochemistry : PPB / Société française de physiologie végétale* 73, 254–65. doi:10.1016/j.plaphy.2013.10.009
- Cárdenas-Ortega, N., Zavala-Sánchez, M., Aguirre-Rivera, J., Peárez- González, C., Peárez-Gutienárrez, S., 2005. Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Chrysactinia mexicana* gray. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 4347–4349.
- Ceva-antunes, P.M.N., Ribeiro, H., Silva, A.S., Carvalho, C.P.S., Antunes, O.A.C., 2006. Analysis of volatile composition of siriguela (*Spondias purpurea* L.) by solid phase microextraction (SPME). *LWT* 39, 436–442. doi:10.1016/j.lwt.2005.02.007
- Costa, T., Fernandes, O.F.L., Santos, S.C., Oliveira, C.M.A., Lião, L.M., Ferri, P.H., Paula, J.R., Ferreira, H.D., Sales, B.H.N., Silva, M. do R.R., 2000. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil The. *Journal Ethnopharmacology* 72, 111–117.
- Cowan, M.M., 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical microbiology reviews* 12, 564–582.
- Cowan, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews* 12, 564–82.
- Dantas Neto, A., Corrêa, R.X., Monteiro, W.R., Luz, E.D.M.N., Gramacho, K.P., Lopes, U. V., 2005. Caracterização de uma População de Cacaueiro para Mapeamento de Genes de Resistência à Vassoura-de-Bruxa e Podridão-Parda *. *Fitopatol. Bras.* 30, 380–386.
- De Souza, J.T., Bailey, B. a., Pomella, a. W.V., Erbe, E.F., Murphy, C. a., Bae, H., Hebbar, P.K., 2008. Colonization of cacao seedlings by *Trichoderma stromaticum*, a mycoparasite of the witches' broom pathogen, and its influence on plant growth and resistance. *Biological Control* 46, 36–45. doi:10.1016/j.biocontrol.2008.01.010
- Duarte, M.C.T., Figueira, G.M., Sartoratto, A., Vera, L., Rehder, G., Delarmelina, C., 2005. Anti- *Candida* activity of Brazilian medicinal plants. *Journal Ethnopharmacology* 97, 305–311. doi:10.1016/j.jep.2004.11.016

- Dubey, N.K., Srivastava, B., Kumar, A., 2008. Current Status of Plant Products as Botanical Pesticides in storage pest management. *Journal of Biopesticides* 1, 182–186.
- Dwyer, D.J., Kohanski, M. a, Collins, J.J., 2009. Role of reactive oxygen species in antibiotic action and resistance. *Current opinion in microbiology* 12, 482–9. doi:10.1016/j.mib.2009.06.018
- Engels, C., Gräter, D., Esquivel, P., Jiménez, V.M., Gänzle, M.G., Schieber, A., 2012. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L .) peels by ultra high-performance liquid chromatography / electrospray ionization mass spectrometry. *FRIN* 46, 557–562. doi:10.1016/j.foodres.2011.04.003
- Esmaeili, A., Rashidia, B., Rezazadehb, S., 2012. Biological Activities of Various Extracts and Chemical Composition of *Trigonella monantha* C. A. Mey. subsp. *monantha* Grown in Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 11, 1127–1136.
- Falcão, L.L., Silva-Werneck, J.O., Vilarinho, B.R., da Silva, J.P., Pomella, a W. V, Marcellino, L.H., 2014. Antimicrobial and plant growth-promoting properties of the cacao endophyte *Bacillus subtilis* ALB629. *Journal of applied microbiology* 116, 1584–92. doi:10.1111/jam.12485
- Fathima, S.K., Bhat, S.S., Girish, K., 2009. Efficacy of some essential oils against *Phomopsis azadirachtae* - the incitant of die-back of neem. *Journal of Biopesticides* 2, 157–160.
- Flores, A.C., Pamphile, J.A., Sarragiotto, M.H., Clemente, E., 2013. Production of 3-nitropropionic acid by endophytic fungus *Phomopsis longicolla* isolated from *Trichilia elegans* A. JUSS ssp. *elegans* and evaluation of biological activity. *World journal of microbiology & biotechnology* 29, 923–32. doi:10.1007/s11274-013-1251-2
- Freitas, A.V.L., Coelho, M. de F.B., Maia, S.S.S., Azevedo, R.A.B. de, 2012. Plantas medicinais : um estudo etnobotânico nos quintais do Sítio Cruz , São Miguel , Rio Grande do Norte , Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 48–59.
- Hanada, R.E., Pomella, A.W. V, Soberanis, W., Loguercio, L.L., Pereira, J.O., 2009. Biocontrol potential of *Trichoderma martiale* against the black-pod disease (*Phytophthora palmivora*) of cacao. *Biological Control* 50, 143–149. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.04.005
- Harborne, J., 1984. *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis.*, Chapman an. ed. London.
- Harborne, J., 1998. *Phytochemical Methods*, Clarendon . ed. Oxford.
- Houghton, P.J., 2000. Chemistry and biological activity of natural and semi-synthetic chromone alkaloids. *Studies in Natural Products Chemistry* 21, 123–155.
- Johann, S., Sá, N.P., Lima, L.A.R.S., Cisalpino, P.S., Cota, B.B., Alves, T.M.A., Siqueira, E.P., Zani, C.L., 2010. Antifungal activity of schinol and a new biphenyl compound isolated from *Schinus terebinthifolius* against the pathogenic fungus *Paracoccidioides brasiliensis*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials* 9, 30. doi:10.1186/1476-0711-9-30

- Kim, J.H., Chan, K.L., Mahoney, N., Campbell, B.C., 2011. Antifungal activity of redox-active benzaldehydes that target cellular antioxidation. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials* 10, 23. doi:10.1186/1476-0711-10-23
- Koziol, M., Macía, M., 1998. Chemical composition, nutritional evaluation, and economic prospects of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Economic Botany* 52, 373–380.
- Krauss, U., Martijn, G., Hidalgo, E., Martínez, A., Stirrup, T., Arroyo, C., García, J., Palacios, M., 2006. The effect of cane molasses amendment on biocontrol of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) and black pod (*Phytophthora* spp.) of cocoa (*Theobroma cacao*) in Panama. *Biological Control* 39, 232–239. doi:10.1016/j.biocontrol.2006.06.005
- Krauss, U., Soberanis, W., 2001. Biocontrol of Cocoa Pod Diseases with Mycoparasite Mixtures. *Biological Control* 158, 149–158. doi:10.1006/bcon.2001.0956
- Legault, J., Dahl, W., Debiton, E., Madelmont, J., 2003. Antitumor Activity of Balsam Fir Oil : Production of Reactive Oxygen Species Induced by a -Humulene as Possible Mechanism of Action. *Planta Medica* 69, 402–407.
- Leon, J., Shaw, P.E., 1990. *Spondias*: the red mombin and related fruits., in: Nagy, S., Shaw, P.E., Wardonski, F.W. (Eds.), . pp. 117–126.
- Loguercio, L.L., Carvalho, A., Carvalho, D., Rocha, G., Teodoro, J., Souza, D., Villela, A.W., 2009. Selection of *Trichoderma stromaticum* isolates for efficient biological control of witches' broom disease in cacao. *Biological Control* 51, 130–139. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.06.005
- Mahlo, S.M., McGaw, L.J., Eloff, J.N., 2010. Antifungal activity of leaf extracts from South African trees against plant pathogens. *Crop Protection* 29, 1529–1533. doi:10.1016/j.cropro.2010.08.015
- Marei, G.I.K., Rasoul, M.A.A., Abdelgaleil, S.A.M., 2012. Comparative antifungal activities and biochemical effects of monoterpenes on plant pathogenic fungi. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 103, 56–61. doi:10.1016/j.pestbp.2012.03.004
- Marisco, G., Saito, S.T., Ganda, I.S., Brendel, M., Pungartnik, C., 2011. Low ergosterol content in yeast *adh1* mutant enhances chitin maldistribution and sensitivity to paraquat-induced oxidative stress. *Yeast* 28, 363–373. doi:10.1002/yea
- Medeiros, F.H. V, Pomella, A.W. V, Souza, J.T. De, Niella, G.R., Valle, R., Bateman, R.P., Fravel, D., Vinyard, B., Hebbar, P.K., 2010. A novel, integrated method for management of witches' broom disease in Cacao in Bahia, Brazil. *Crop Protection* 29, 704–711. doi:10.1016/j.cropro.2010.02.006
- Meinhardt, L.W., Rincones, J., Bailey, B.A., Aime, M.C., Griffith, G.W., Zhang, D., Pereira, G.A.G., 2008. *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease of cacao : what's new from this old foe? *Molecular Plant Pathology* 9, 577–588. doi:10.1111/J.1364-3703.2008.00496.X
- Mejía, L.C., Rojas, E.I., Maynard, Z., Bael, S. Van, Arnold, a. E., Hebbar, P., Samuels, G.J., Robbins, N., Herre, E.A., 2008. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control* 46, 4–14. doi:10.1016/j.biocontrol.2008.01.012

- Melo, S.C., Pungartnik, C., Cascardo, J.C., Brendel, M., 2006. Rapid and efficient protocol for DNA extraction and molecular identification of the basidiomycete *Crinipellis perniciosa*. *Genetics and molecular research : GMR* 5, 851–855. doi:0284 [pii]
- Menezes, S.P., Silva, E.M.A., Lima, E.M., Sousa, A.O. de, Andrade, B.S., Lemos, L.S.L., Gramacho, K.P., Gesteira, A. da S., Pirovani, C.P., Micheli, F., 2014. The pathogenesis-related protein PR-4b from *Theobroma cacao* presents RNase activity, Ca(2+) and Mg(2+) dependent-DNase activity and antifungal action on *Moniliophthora perniciosa*. *BMC plant biology* 14, 161. doi:10.1186/1471-2229-14-161
- Mohamed, N.H., El-hadidy, A.M., 2008. Studies of Biologically Active Constituents of *Verbascum eremobium* Murb. and its Inducing Resistance against some Diseases of Cucumber. *Egypt J Phytopathol* 36, 133–150.
- Ngouana, V., Fokou, P., Foudjo, B., Ngouela, S., Boyom, F., Zollo, P., 2011. Antifungal activity and acute toxicity of stem bark extracts of *Drypetes gossweileri* s. moore-euphorbiaceae from Camerron. *Afri J Tradit Complement Altern Med* 8, 328–333.
- Oliveira, F.C.S., Barros, R.F.M., Moita Neto, J.M., 2010. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras , semiárido piauiense. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s 282–301.
- Paim, V.R.L., Luz, E.D., Pires, J.L., Silva, S.D., Souza, J.T., Albuquerque, P.S., Santos Filho, L.P., 2006. Sources of resistance to *Crinipellis perniciosa* in progenies of cacao accessions collected in the brazilian amazon. *Sci. Agric.* 63, 572–578.
- Pizana, C., Necha, L., Gómez, M., 2010. Evaluation of the fungicidal activity of leaves powders and extracts of fifteen mexican plants against *Fusarium oxysporum* f.sp. *gadioli* (Massey) Snyder and Hansen. *Plant Pathology Journal* 9, 103–111.
- Prasad, A., Pospíšil, P., 2011. Linoleic acid-induced ultra-weak photon emission from *Chlamydomonas reinhardtii* as a tool for monitoring of lipid peroxidation in the cell membranes. *PloS one* 6, 10. doi:10.1371/journal.pone.0022345
- Raaman, N., 2006. *Phytochemical Techniques, Phytochemical Techniques*. New India, Pitam Pura, New Delhi.
- Ramos, A.R., Falcão, L.L., Barbosa, G.S., Marcellino, L.H., Gander, E.S., 2007. Neem (*Azadirachta indica* a. Juss) components: candidates for the control of *Crinipellis perniciosa* and *Phytophthora* ssp. *Microbiological research* 162, 238–43. doi:10.1016/j.micres.2006.06.004
- Satish, S., Mohana, D.C., Raghavendra, M.P., Raveesha, K.A., 2007. Antifungal activity of some plant extracts against important seed borne pathogens of *Aspergillus* sp . *Journal of Agricultural Technology* 109–119.
- Souza, V.L., de Almeida, A.-A.F., Souza, J.D.S., Mangabeira, P. a O., de Jesus, R.M., Pirovani, C.P., Ahnert, D., Baligar, V.C., Loguercio, L.L., 2014. Altered physiology, cell structure, and gene expression of *Theobroma cacao* seedlings subjected to Cu toxicity. *Environmental science and pollution research international* 21, 1217–30. doi:10.1007/s11356-013-1983-4

- Srinivasan, S., Sarada, D.V.L., 2012. Antifungal Activity of Phenyl Derivative of Pyranocoumarin from *Psoralea corylifolia* L . Seeds by Inhibition of Acetylation Activity of Trichothecene 3-O-Acetyltransferase (Tri101). *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2012. doi:10.1155/2012/310850
- Walters, D., Raynor, L., Mitchell, A., Walker, R., K, W., 2004. Antifungal Activities of Four Fatty Acids against Plant Pathogenic Fungi. *Mycopathologia* 157, 87–90.
- Wang, Y.-W., Zeng, W.-C., Xu, P.-Y., Lan, Y.-J., Zhu, R.-X., Zhong, K., Huang, Y.-N., Gao, H., 2012. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) Peel. *International journal of molecular sciences* 13, 3382–93. doi:10.3390/ijms13033382
- Wuryatmo, E., Klieber, A., Scott, E., 2003. Inhibition of citrus post-harvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 2637–2640.
- Yang, X., Feng, Y., He, Z., Stoffella, P.J., 2005. Molecular mechanisms of heavy metal hyperaccumulation and phytoremediation. *Journal of trace elements in medicine and biology : organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)* 18, 339–53. doi:10.1016/j.jtemb.2005.02.007

Figures

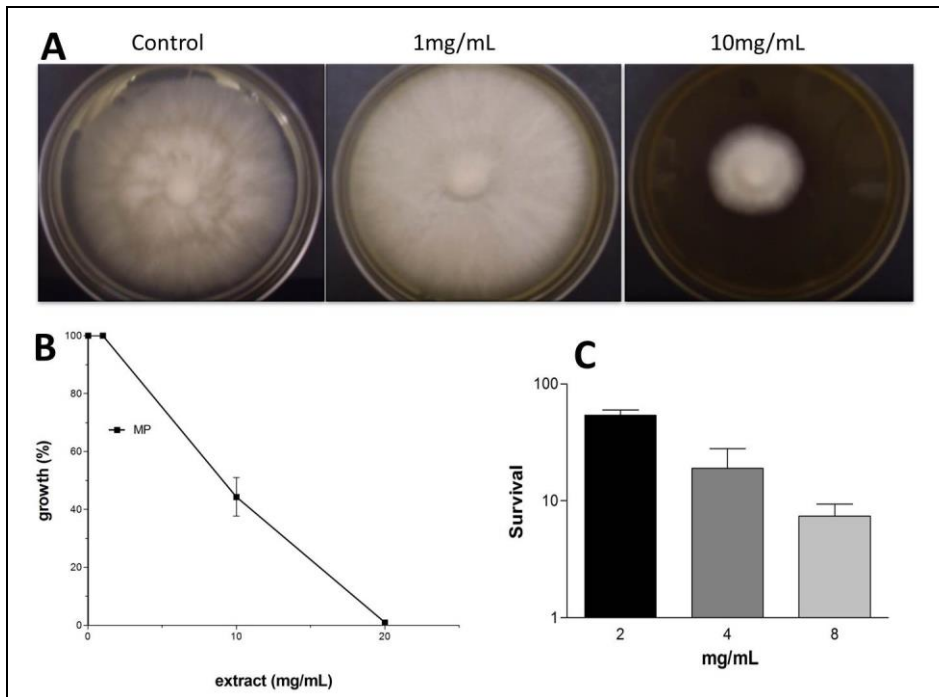


Fig. 1 Effect on radial growth of *M. pernicioso* in different concentrations of CE. Photo of the representative mycelia (A); measured growth expressed as a percentage 14 days after plating (B); survival of *M. pernicioso* (colonies) submitted to solid culture medium supplemented with CE and incubated for 7 days (C).

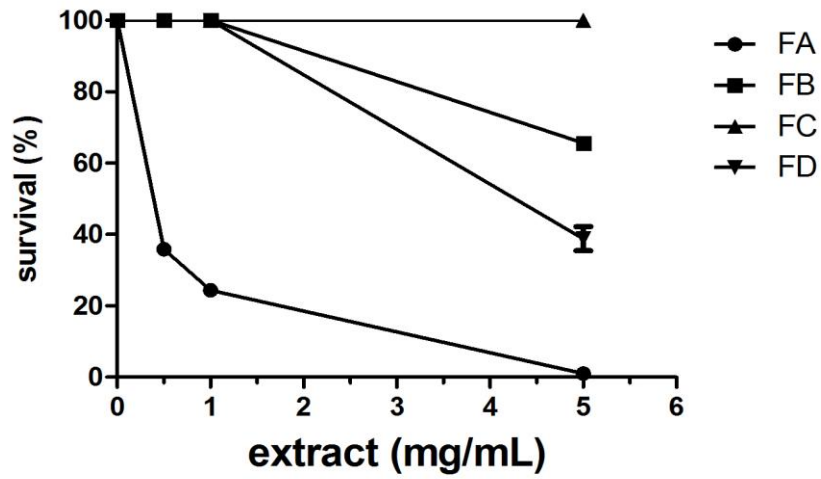


Fig. 2 Sensitivity of *M. pernicioso* hyphae treated with *S. purpurea* CE (0.25, 0.5, 1 and 5 mg/mL) in liquid CPD media for one h and plated on CPD plates; number of colonies were counted after 7 d on solid CPD medium.

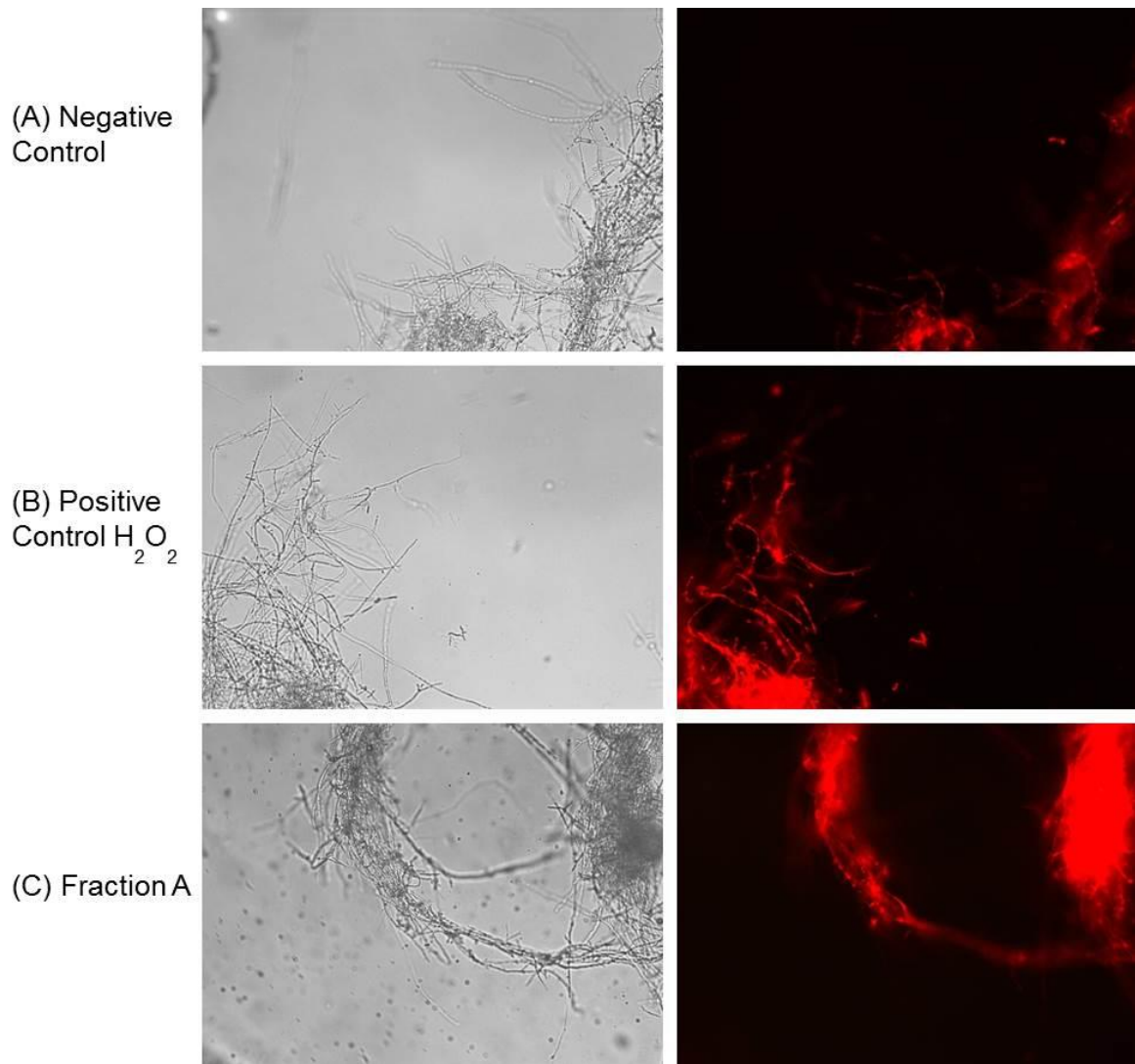


Fig. 3 Visualization of oxidative stress induced by *Spondias purpurea* via fluorescence microscopy of DHE-stained *M. pernicioso* (A) negative control; (B) 4 mM H_2O_2 ; (C) FA (1 mg/mL).

Table 1

	Extract and fractions				
	EC	FA	FB	FC	FD
Alkaloids	+	-	+	-	-
Flavonoids	+	-	+	+	-
Saponins	+	+	+	+	-
Tannins	+	+	+	-	-
Terpenes	+	+	-	-	-
Proteins	-	-	-	-	-
Yield	25.7%	9.6%	14.3%	39.3%	11.3%

(+): presence; (-): absence.

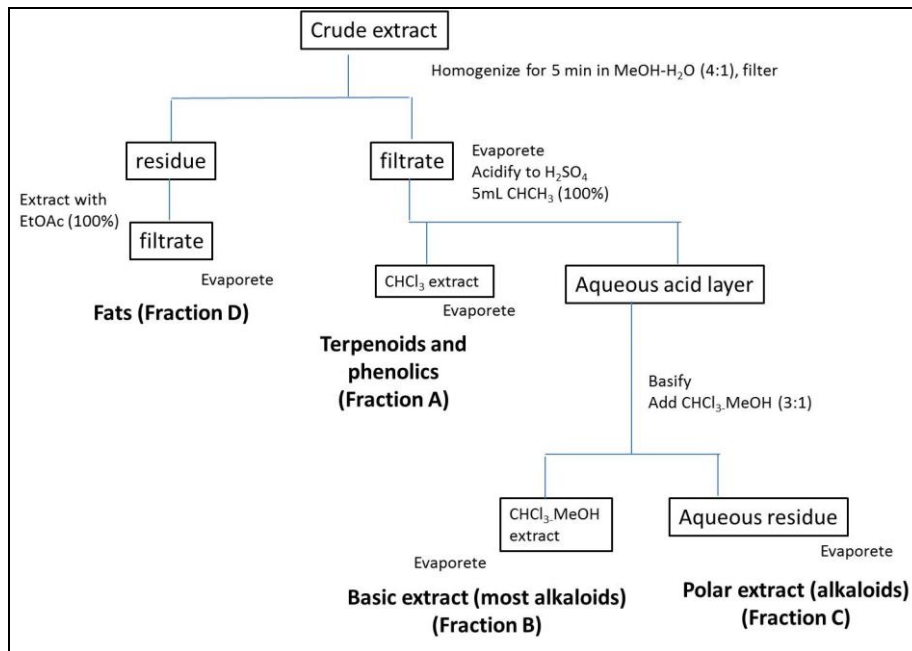
CE, crude extract; Fraction A, Fraction B, Fraction C, Fraction D

Table 2

Peak	Compound	RT	Area%	Similarity*	IRa (calc.)	IRb (lit.)
1	β -Elemene	22.040	3.12	96	1392	1389
2	trans-Caryophyllene	23.005	6.97	96	1421	1417
3	alpha-Caryophyllene	24.148	2.82	79	1456	1452
4	gama-muurolene	24.845	6.27	90	1478	1478
5	Alpha-muurolene	26.060	6.98	83	1415	1430
6	δ -Cadinene	26.396	5.81	84	1526	1522
7	Caryophyllene oxide	28.118	4.69	84	1582	1578
8	Spathulenol	28.310	14.23	83	1588	1582
9	Viridiflorol	28.570	3.30	92	1597	1593
10	Aromadendrene oxide-(2)	29.045	4.60	83	1645	1639
11	Eudesmol	30.350	2.90	88	1657	1652
12	Methyl (2E,6E)-farnesoate	34.040	2.80	89	1786	1783
13	Palmitic acid, ethyl ester**	38.010	5.20	93	1993	1992
14	Linolenic acid	40.305	8.40	93	2167	2159
	Sesquiterpenes		31.97			
	Oxygenate sesquiterpenes		24.12			
	Others		22.00			
	Total identified		78.09			

RT = Retention time (minutes). * Similarity in identification by comparison with the library NIST program. ^a Relative retention indices (IR) experimental, ^b Relative retention indices (literature values). IR compared with the calculated reference (Adams, 2007, Lemos et al., 1995; Olufunke et al., 2003 and the NIST program library).** probably Palmitic acid.

Supplementary material 1 Fractionation based on the polarity change (Harborne, 1984).



Capítulo 4: Antifungal, antibacterial and cytotoxic activities of *Spondias purpurea*

L.

Marisco, G.^{1,2}; Amorim, M.¹; Souza R.¹; Pungartnik, C.^{2*}

¹ Departamento Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia Estrada do Bem Querer, Km 4, Vitória da Conquista, Bahia, 45083-900, Brasil.

gabrielemarisco@hotmail.com, marinaamorimrocha@hotmail.com,

robertasouza_bdo@hotmail.com

² Departamento Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Laboratório de Biologia dos Fungos, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km-16, Salobrinho, Ilhéus, Bahia, 45662-000, Brasil. cpungartnik@yahoo.com.br. +557336805438.

* Corresponding author

Abstract

Ethnopharmacological relevance: In Brazil, *Spondias purpurea* L. is commonly used in traditional medical system for treatment of gastric problems, diabetes, high cholesterol and high blood pressure. This study evaluated *Spondias purpurea* for its antifungal, antibacterial and cytotoxic activities.

Materials and Methods: The ethanol crude extract (CE) from the leaves of *Spondias purpurea* and its four fractions (FA, FB, FC and FC) were assayed for antifungal (5 species of *Candida*) activities and bactericidal (9 species) activities using MIC. The yeast *S. cerevisiae* mutant related oxidative stress (*cttΔ*, *ctaΔ*, *sod1Δ* and *sod2Δ*) was treated with CE. The lethality test using brine shrimps was used to determine cytotoxic activities.

Results: The results showed that the fungal strains tested in this study were susceptible to at least one of the fractions tested. However, CE and FA were the best antifungal fractions. The bacteria showed no sensitivity against the crude extract and fractions. The mutants *sod1Δ*, *sod2Δ* and *cttΔ* showed sensitivity when submitted to the CE. The CE and fractions indicated toxicity or moderate toxicity against *Artemia salina*.

Conclusions: These results indicated the use of *Spondias purpurea* to treat fungal infections caused by *Candida* and possible antitumor activity; however, *in vivo* studies should be performed in order to assess its exploitation as therapeutic agent toxicity.

Keywords: Antifungal activity, medicinal activity, *Spondias purpurea*, toxicity

Introduction

It is of great interest that experimental studies of new drugs are conducted using ethnopharmacology, i.e., the study of biological activities of plants with medicinal use supported by popular knowledge (Rehecho et al., 2011), since this approach has a great potential to find new bioactive substances (Sousa et al., 2012).

The development of new antifungal agents, preferably naturally occurring with novel mechanisms of action, is an urgent medical need (Vicente et al., 2003). *Candida* species have the ability to grow under diverse environmental conditions. Different

species of *Candida* are variably susceptible to drugs even within the same species, and certain species can develop resistance to common prescribed antifungal agents (Nordin et al., 2013).

The search for substances with potentially cytotoxic and anticancer activity has always been a priority for the medicinal chemistry and a large number of different approaches are being used in this search. However, the discovery of selective antitumor substances remains a goal in cancer research (Hoelder et al., 2012). The *Artemia salina* Leach (brine shrimp) is well correlated with antitumor activity (cytotoxicity) and can be used to monitor the activity of bioactive natural products (Arcanjo et al., 2012).

Spondias purpurea L. which belongs to the Anacardiaceae family is widely distributed in the northeastern part of Brazil (Ceva-antunes et al., 2006). This plant is popularly known as “seriguela”, which is used in the Brazilian folk medicine (Engels et al., 2012) and has been described with antifungal and antibacterial activity (Bautista-Baños et al., 2000; Pizana et al., 2010; Miranda-Cruz et al., 2012). Hence, this study aimed to investigate the *in vitro* antifungal activity against *Candida* and antibacterial, and antitumor/cytotoxic activities of ethanol crude extract and its derived fractions of *Spondias purpurea*.

Methods

Extracts Preparation

The plant *S. purpurea* was collected in Vitória da Conquista, Bahia (UESB, 14 52 49S 40 47 34W). Voucher specimen were identified and deposited in the herbarium at UESB (number 6457). The leaves were extracted with ethanol, the crude extract (CE). One gram of CE was fractionated based on the polarity change (Harborne, 1984); the following ratios of solvent combinations were sequentially used in the elution process; chloroform 100%, chloroform: methanol 3:1; ethyl acetate 100%. This fractionation resulted in four fractions [chloroform fraction (FA), chloroform-methanol fraction (FB), methanol extract (FC) and ethyl acetate fraction (FD)]. The solvent was removed by rotary evaporation and the extracts were dissolved in ethanol for bioassay.

Antifungal Test

Micro-organisms

Nine strains of bacteria used were *Enterococcus faecalis* (ATCC29212), *Enterococcus faecalis* (ATCC51299), *Escherichia coli* (ATCC 35218), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Staphylococcus aureus* (ATCC25921), *Staphylococcus aureus* (ATCC43300), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853), *Staphylococcus saprophyticus* (ATCC35552) and five fungal *Candida albicans* (ATCC 10231), *C. krusei* (ATCC 6258), *C. albicans* (ATCC 90028), *C. parapsilosis* (ATCC 90018) and *C. parapsilosis* (ATCC 22019). All bacterial strains were cultivated in MH (Mueller Hinton Agar), while fungi were cultivated in RPMI 1640 medium (Instituto Roswell Park Memorial).

Broth Micro Dilution Assay

The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal or fungicidal concentration (MBC/MFC) were determined by the micro broth dilution method (NCCLS, 2007) in Mueller Hinton (MH) or RPMI 1640 medium (NCCLS, 2005). To determine MIC, the bacteria cells (10^3 UFC/mL) and yeast cells (10^6 UFC/mL) were inoculated in 96-well micro dilution plates in the presence of crude extract and fractions at 62.5-1000 $\mu\text{g/mL}$ concentrations. After 24 h of incubation at 37°C for bacteria and 28°C for fungi, the lowest concentration showing no visible growth was considered as the MIC and the inhibitory concentration of 50% growth (IC 50%), defined as the lowest concentration of extract that can inhibit 50% of visible microbial growth, has been determined. In cases of complete growth inhibition, for the determination of MBC/MFC and to define the lowest extract concentration that could completely eliminate the microorganism, it was confirmed by re-inoculation in MH and Sabouraud Dextrose Agar, in which there was no visible growth. Controls on growth, sterility of the medium, sterility of the extract, as well as negative (at the same concentrations of solvents) and positive controls (riphampicin 45 $\mu\text{g/mL}$ and amphotericin B at 10 $\mu\text{g/mL}$) were simultaneously conducted. All trials were performed in triplicate.

***Saccharomyces cerevisiae* Test**

The yeast *S. cerevisiae* mutant related oxidative stress (*cttΔ*, *ctaΔ*, *sod1Δ* and *sod2Δ*) was treated for 24 h with CE of *S. purpurea* leaves, in concentrations ranging from 7, 14 and 21 mg/mL. The cells were appropriately diluted (five serial 1:10 dilutions) and 5 µl of each dilution was plated on YPD medium (2% glucose and peptone, 1% yeast extract) in drop test and incubated at 30°C for 2–3 days. The photographs represent one of at least three similar triplicates.

Bioassay with *Artemia salina*

The assessment of bioactivity of extracts was carried out following the methodology described by Meyer et al. (1982) with modifications. In order to obtain crustacean cysts, it was incubated in sea water at room temperature, under direct light, for 24-26h. The preparation of solutions with different concentrations (10 - 2000 µg/mL) of CE and fractions was performed by diluting the working solution in sea water. These solutions were dispensed in 24-well plates to which ten nauplii have been added, and plates were incubated at room temperature, under direct light. After 24 h, the number of survivors was counted so as to determine the lethal concentration capable of eliminating 50% of organisms (LC₅₀). Ethanol was the negative control (1%) and positive controls were K₂Cr₂O₇ (0.33 mM). The assays were performed in triplicate. LC₅₀ was calculated using the Probit method (BioStat, 2009) with a 95% confidence interval.

Results and Discussion

In this study, none of the nine evaluated bacteria showed sensitivity in the presence of EC and fractions of *S. purpurea*. These data differ from results obtained by Caceres et al. (1990), who used leaves leaves extract ethanol; however, the dose employed for inhibiting the sensitivity was 10mg/mL in *Escherichia coli*, *Shigella flexneri* and *Salmonella typhi*. In the study by Miranda-Cruz et al. (2012) leaves showed activity against *Bacillus cereus* at a dose of 7.5 mg/mL. According to Ríos and Recio (2005), when fractions and compounds have no activity, rather than invalidating the results, this should confirm the known anti-infection properties of the plant.

The fungal growth inhibition for the extract and fractions was measured and represented in Table 1. Considering the reading of IC 50%, three extracts are regarded as very important against at least one organism. However, we can highlight that *Candida krusei* was the most sensitive fungus in this study with the highest growth inhibition for CE and fractions A and C together can promote synergy and enhance the activity. However, regarding action, fraction A is highlighted, the fraction was active against *Candida* strains, whereas fractions B and D did not show any activity.

Studies have demonstrated an antifungal profile of this plant, the leaves extract against *Rhizopus stolonifer*, which decreased germination of conidia (esporangio spore) (Bautista-Baños et al., 2000), the leaf and stem extract against *Colletotrichum gloeosporioides* inhibiting sporulation (Bautista-Baños et al., 2002) and Pizana et al. (2010) showed inhibition of sporulation and growth mycelial of *Fusarium oxysporum* with parts of the leaf and powders.

Studies by Marisco (2014) reported the antifungal activity of these crude extract and fraction against *Moniliophthora perniciosa*, plant pathogenic fungus, suggesting that activity with the presence of terpenoids; the major components were identified as spathulenol (14,2%), linolenic acid (8.4%), trans-caryophyllene (6,9%) and alpha-muurolene (6,9%). Phytochemical studies showed the relation of antifungal activity with in the presence of terpenoids, thus exhibiting excellent activity against *C. albicans* yeast and hyphal form (Zore et al., 2011).

It was investigated the oxidant activity of CE in yeast mutants related to deficiency in oxidative stress (*cttΔ*, *ctaΔ*, *sod1Δ* and *sod2Δ*). And one observed that this plant has antifungal activity related to the damage involved (Figure 1), as can be noted by the sensitivity of the mutants *sod1Δ*, *cttΔ*, *sod2Δ* in concentration of 21mg/mL. These data corroborate studies found by Marisco (2014), who indicates that oxidative activity via free radical production.

Recent studies showed that secondary metabolites may be toxic, thus plants toxicity studies are necessary (Pisutthanan et al., 2004; Leite et al., 2009; Hullatti and Murthy, 2010; Dutra et al., 2012). The *Artemia salina* bioassay to determine biological activity of medicinal plants commonly used by different people and ethnic groups is useful to evaluate their potential therapeutic indications and safety profile (Arcanjo et al., 2012).

Substances submitted to *Artemia salina* bioassay, which led to the death of half of the specimens at a lethal concentration of up to 1000 µg/mL (LC₅₀), are considered active, and thus a good potential for antitumor activity (McLaughlin et al., 1998), insecticidal effect (Leite et al., 2009) and to evaluate the use of medicinal plants (Lira et al., 2014; Jeda et al., 2014). Therefore, it represents an increase in assessing new drugs and developing new medicines (Arcanjo et al., 2012).

This study of *S. purpurea* showed biologic activity in this bioassay. LC₅₀ values for evaluated extracts are shown in Table 2. FA, FD, EB and FB showed biological activity LC₅₀ below 500 µg/mL, thus indicating toxicity. FC showed denote moderate toxicity when compared to the standards described by Meyer et al. (1982). Similar tests in *S. purpurea* were reported and it was observed that the ethanol extract of the leaves exposed for 48h showed toxic activity against *Artemia salina* (Dantas, 2012), but the seeds of this plant showed no toxicity (Fonseca et al., 2013).

Conclusion

The plant tested in this study exhibited good antifungal activity and capacity promising natural antitumor agent; however, it did not show any against the tested bacteria. Based on the results obtained, it suggests the isolation of these components to evaluate the antifungal activity or to determine if there is synergy between the major components. Furthermore, the development of a product with therapeutic action against *Candida* sp. can be produced. In addition, studies on antitumor activity deserve attention after the results of the brine shrimp test and *in vivo* studies of toxicity are essential.

References

- Arcanjo, D.D.R., Albuquerque, a C.M., Melo-Neto, B., Santana, L.C.L.R., Medeiros, M.G.F., Citó, A., 2012. Bioactivity evaluation against *Artemia salina* Leach of medicinal plants used in Brazilian Northeastern folk medicine. *Brazilian journal of biology* 72, 505–9.
- Bautista-Baños, S., Hernández-López, M., Díaz-Pérez, J.C., Cano-Ochoa, C.F., 2000. Evaluation of the fungicidal properties of plant extracts to reduce *Rhizopus stolonifer* of “ciruela” fruit (*Spondias purpurea* L.) during storage. *Postharvest Biology and Technology* 20, 99–106.
- Bautista-Baños, S., Leticia, L., Necha, B., Luna, L.B., Torres, K.B., Fitopatología, R.M. De, Bautista-baños, S., Barrera-necha, L.L., Bravo-luna, L., Desarrollo, C. De, Bióticos, D.P., Politécnico, I., Yauatepec-jojutla, C., Yauatepec, S.I., Cp, M., 2002. Antifungal Activity of Leaf and Stem Extracts from Various Plant Species on the Incidence of *Colletotrichum gloeosporioides* of Papaya and Mango Fruit After Storage. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20.
- Caceres, A., Cano, O., Samayoa, B., Aguilar, L., 1990. Plantas used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. 1. screening of 84 plants against enterobacteria. *Journal of Ethnopharmacology* 30, 55–73.
- Ceva-antunes, P.M.N., Ribeiro, H., Silva, A.S., Carvalho, C.P.S., Antunes, O.A.C., 2006. Analysis of volatile composition of siriguela (*Spondias purpurea* L.) by solid phase microextraction (SPME). *LWT* 39, 436–442. doi:10.1016/j.lwt.2005.02.007
- Dantas, A.M., 2012. Avaliação da Toxicidade e Atividade Antiulcerogênica das Folhas de *Spondias purpurea* L. Universidade Estadual da Paraíba.
- Dutra, R.C., Pittella, F., Dittz, D., Marcon, R., Pimenta, D.S., Lopes, M.T.P., Raposo, N.R.B., 2012. Chemical composition and cytotoxicity activity of the essential oil of *Pterodon emarginatus*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22, 971–978. doi:10.1590/S0102695X2012005000042
- Engels, C., Gräter, D., Esquivel, P., Jiménez, V.M., Gänzle, M.G., Schieber, A., 2012. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L.) peels by ultra high-performance liquid chromatography / electrospray ionization mass spectrometry. *FRIN* 46, 557–562. doi:10.1016/j.foodres.2011.04.003
- Fonseca, R.C., Souza, N.A. De, Cristina, T., Correa, L., Garcia, L.F., Guilherme, L., Rodriguez, A.G., 2013. Assessment of toxic potential of Cerrado fruit seeds using *Artemia salina* bioassay. *Food Science and Technology* 33, 251–256.
- Harborne, J., 1984. *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis.*, Chapman an. ed. London.
- Hoelder, S., Clarke, P. a, Workman, P., 2012. Discovery of small molecule cancer drugs: successes, challenges and opportunities. *Molecular Oncology* 6, 155–176. doi:10.1016/j.molonc.2012.02.004

- Hullatti, K.K., Murthy, U.D., 2010. Activity Guided Isolation of Cytotoxic Compounds from Indian Medicinal Plants Using BSL Bioassay. *Journal of Current Pharmaceutical Research* 16–18.
- Jeda, L.A., Olga, N.O., Mylene, U.M., 2014. Brine Shrimp (*Artemia salina*) Bioassay of the medicinal plant *Pseudelephantopus spicatus* from Iligan City , Philippines. *International Research Journal of Biological Sciences* 3, 47–50.
- Leite, A.M., Lima, E.D.O., De Souza, E.L., Diniz, M.D.F.F.M., Leite, S.P., Xavier, A.L., De Medeiros, I. a., 2009. Preliminary study of the molluscicidal and larvicidal properties of some essential oils and phytochemicals from medicinal plants. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 19, 842–846. doi:10.1590/S0102-695X2009000600008
- Lira, D.N., Uddin, A., Uddin, M., Rouf, S., 2014. Assessment of cytotoxic activities of *Phyllanthus amarus* and *Monstera deliciosa*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 4, 110–113. doi:10.7324/JAPS.2014.40719
- Marisco, G., 2014. Estudo etnobotânico de plantas medicinais numa comunidade rural de Vitória da Conquista (Bahia), análise fitoquímica e efeito antifúngico do extrato etanólico das folhas de *Spondias purpurea* L. UESC- Universidade Estadual de Santa Cruz (Renorbio).
- McLaughlin, J.L., Rogers, L.L., Anderson, J.E., 1998. The Use of Biological Assays to Evaluate Botanicals. *Drug Information Journal* 32, 513–524. doi:10.1177/009286159803200223
- Meyer, B.N., Ferrigni, N.R., Putnam, J.E., Jacobsen, L.B., Nichols, D.E., McLaughlin, J.L., 1982. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta medica* 45, 31–34. doi:10.1055/s-2007-971236
- Miranda-Cruz, E., Espinosa-Moreno, J., Centurión-Hidalgo, D., Velázquez-Martinez, J.R., Alor-Chávez, M.J., 2012. Actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L ., *Pterocarpus hayesii* L ., *Tynanthus guatemalensis* L . y *Spondias purpurea* L. *Boletim Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 11, 354–361.
- NCCLS, 2005. Reference Method for Broth Dilution Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts, Approved Standard - second edition. NCCLS document M 27- A2. NCCLS, Wayne, Pa.
- NCCLS, 2007. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Seventeenth Informational Supplement. NCCLS document M 100-S17. NCCLS, Wayne, Pa.
- Nordin, M.-A.-F., Wan Harun, W.H.A., Abdul Razak, F., 2013. Antifungal susceptibility and growth inhibitory response of oral *Candida* species to *Bucea javanica* Linn. extract. *BMC complementary and alternative medicine* 13, 8. doi:10.1186/1472-6882-13-342
- Pisutthanan, S., Plianbangchang, P., Pisutthanan, N., Ruanruay, S., Muanrita, O., 2004. Brine Shrimp Lethality Activity of Thai Medicinal Plants in the Family Meliaceae. *Naresuan University Journal* 12, 13–18.

- Pizana, C., Necha, L., Gómez, M., 2010. Evaluation of the fungicidal activity of leaves powders and extracts of fifteen mexican plants against *Fusarium oxysporum* f.sp. *gadioli* (Massey) Snyder and Hansen. *Plant Pathology Journal* 9, 103–111.
- Rehecho, S., Uriarte-Pueyo, I., Calvo, J., Vivas, L.A., Calvo, M.I., 2011. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Nor-Yauyos, a part of the Landscape Reserve Nor-Yauyos-Cochas, Peru. *Journal of Ethnopharmacology* 133, 75–85. doi:10.1016/j.jep.2010.09.006
- Ríos, J.L., Recio, M.C., 2005. Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of ethnopharmacology* 100, 80–4. doi:10.1016/j.jep.2005.04.025
- Sousa, Z.L., de Oliveira, F.F., da Conceição, A.O., Silva, L.A.M., Rossi, M.H., Santos, J.D.S., Andrioli, J.L., 2012. Biological activities of extracts from *Chenopodium ambrosioides* Lineu and *Kielmeyera neglecta* Saddi. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials* 11, 7. doi:10.1186/1476-0711-11-20
- Vicente, M.F., Basilio, a., Cabello, a., Peláez, F., 2003. Microbial natural products as a source of antifungals. *Clinical Microbiology and Infection* 9, 15–32. doi:10.1046/j.1469-0691.2003.00489.x
- Zore, G.B., Thakre, A.D., Jadhav, S., Karuppayil, S.M., 2011. Terpenoids inhibit *Candida albicans* growth by affecting membrane integrity and arrest of cell cycle. *Phytomedicine* 18, 1181–1190. doi:10.1016/j.phymed.2011.03.008

Figure

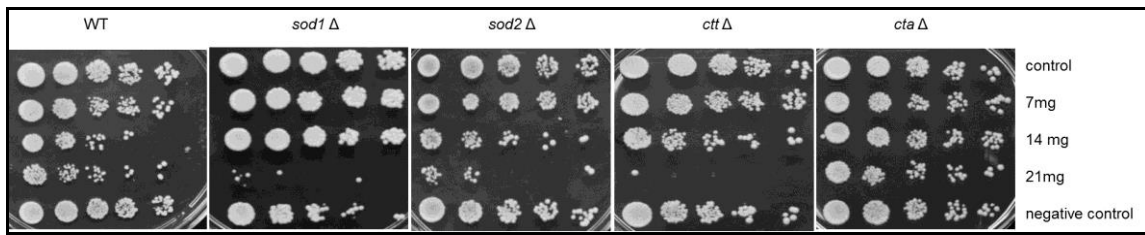


Figure 1: Drop test of the sensitivity of the mutants against the ethanol crude extract (CE) of *Spondias purpurea*.

Table 1: The MIC and IC50 values of *Spondias purpurea* crude extract and fractions.

Fungi	MIC/IC ₅₀ (mg/mL)					
	Crude Extract	Fraction A	Fraction B	Fraction C	Fraction D	Amphotericin B
<i>Candida albicans</i> (10231)	- / 0.5	-/1	-/-	-/-	-/-	0.01
<i>Candida krusei</i> (6258)	1/0.5	0.5/0.25	-/-	0.5/0.25	-/-	0.01
<i>Candida albicans</i> (90028)	-/ 1	-/-	-/-	-	-	0.01
<i>Candida parapsilosis</i> (90018)	-/-	-/0.5	-/-	-/-	-/-	0.01
<i>Candida parapsilosis</i> (22019)	-/-	-/1	-/-	-/-	-/-	0.01

Table 2: Illustration of % age mortality of brine shrimps at different concentrations of extract and fractions and respective LC50 values using Probit.

Extracts	% Mortality at various concentrations				
	1000 µg/mL (%)	100µg/mL (%)	10µg/mL (%)	1µg/mL (%)	LC ₅₀ (µg/mL)
CE	100	100	10	3	30
FA	100	100	63	0	9
FB	100	40	16	13	130
FC	70	43	36	10	509
FD	100	100	40	26	15.6

CE, crude extract; Fraction A, Fraction B, Fraction C, Fraction D

Considerações finais

Os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho permitiram verificar que levantamentos etnobotânicos são importantes ferramentas para estudos do conhecimento popular de comunidades. Dessa forma, o capítulo 1 referente ao levantamento etnobotânico na comunidade São Sebastião em Vitória da Conquista-Bahia, pode oferecer para a comunidade uma cartilha educativa, no intuito de fornecer mais informações sobre as plantas comumente usadas, bem como contribuir com dados científicos sobre as plantas com Fidelidade de uso alto que merecem destaque e atenção para serem estudadas farmacologicamente.

No que se refere ao capítulo 2, foi possível inferir a importância de novos estudos sobre a planta *Spondias purpurea*, visto que há poucos estudos relatados e publicados sobre o potencial biológico e identificação química desta planta.

O capítulo 3 deste trabalho contribuiu por fornecer dados sobre o potencial antifúngico das folhas de *S. purpurea* contra o fungo fitopatogênico *M. pernicioso*. Uma vez que *M. pernicioso* demonstrou sensibilidade de crescimento frente ao extrato etanólico e fração dessa planta. Bem como no capítulo 4, que foi possível avaliar a atividade antifúngica desta planta contra algumas espécies de *Candida* sp, bem como provável atividade citotóxica.

Além disso, é possível sugerir com base nas pesquisas aqui expostas, que a classe terpenos, pode ser um provável antifúngico e estar aliado ao desenvolvimento de um produto biotecnológico com ação antifúngica medicinal, agronômica e/ou pesticida.

Com base nessas considerações, este trabalho poderá servir como fonte para futuras pesquisas, no intuito de:

- isolamento das moléculas químicas identificadas para novos testes antifúngicos *in vitro*;
- testes *in vivo* contra *M. pernicioso* com possíveis produtos antifúngicos ou pesticida;
- avaliação do potencial hipertensivo de frações e moléculas químicas isoladas de *S. purpurea* em camundongos;
- e analisar a atividade antitumoral da fração rica em terpenos de *S. purpurea*.

Apêndices

Apêndice 1: Carta de aprovação do Comitê de ética.



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

Autorizada pelo Decreto Estadual nº 7344 de 27.05.98

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP / UESB

Jequié, 15 de dezembro de 2011

Of. CEP/UESB 420/2011

Ilma. Sra.

Profa. Gabriele Marisco da Silva

Departamento de Saúde - UESB

Prezada Senhora,

Comunicamos a V. S^a que o Projeto de Pesquisa abaixo especificado, foi analisado e considerado **APROVADO** pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UESB, estando os pesquisadores liberados para o início da coleta de dados.

Protocolo nº: **174/2011**

CAAE: **0134.0.454.000-11**

Projeto: **PLANTAS MEDICINAIS X COMUNIDADE: VALORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO POPULAR, EDUCAÇÃO E SAÚDE**

Pesquisadores: **Profa. Gabriele Marisco da Silva (coordenadora)**

Renata Correia Assunção Spósito, Kelly Menezes Macedo, Larissa Rodrigues de Oliveira Souza, Rômulo Spósito Das Virgens, Xala Tuila Azevedo Teixeira, Naiane Márcia de Barros Gomes, Luziane Lisboa Moitinho, Eilane Alves Santos Fernandes, Adriana Martins de Oliveira, Lais Ribeiro da Silveira, Fernanda Avelar Meireles, Thalana Souza Santos Silva, Verônica Amâncio Brasil Oliveira (colaboradores)

Em atendimento à Resolução 196/96, deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa (ver modelo no CEP), para acompanhamento pelo Comitê.

Atenciosamente,

Prof^a. Ana Angélica Leal Barbosa

Presidente do CEP/UESB

Apêndice 2: Folder - Informações gerais sobre uso de Plantas Medicinais.

➤ É fácil preparar um remédio caseiro feito com algumas plantas medicinais que se encontram na horta de casa ou mesmo já preparados em forma de infusões e garrafadas que se compram nas feiras

➤ Dessa forma, este trabalho objetiva abordar as propriedades benéficas, forma de uso e cuidados com a toxicologia das plantas

Cuidados que devem ser observados antes de utilizar as plantas medicinais

- Utilize somente plantas conhecidas e de locais livres de contaminantes
- Evite usar misturas de plantas
- Não utilize durante a gravidez
- Evite o uso de chá laxantes ou diuréticos para emagrecer
- Algumas plantas não podem ser de uso interno
- Em feridas abertas e contaminadas, não se deve utilizar a planta
- Observe a dose recomendada conforme a idade, lembre-se que as plantas têm efeitos colaterais
- Procure orientações médicas ou profissional qualificado na área de fitoterapia



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB
Pró-Reitoria de Extensão - PROEX
Gerência de Extensão e Assuntos Culturais - GEAC
Núcleo de Estudos em Plantas Medicinais - NEPLANT

Equipe:

Prof Gabriele Marisco
Prof Renata Assunção
Palestrante Magno Santos
Adriana Oliveira
Eilane Fernandes
Fernanda Meireles
Kelly Menezes
Laís Silveira
Larissa Rodrigues
Luziane Moitinho
Rafael Pedra
Thalana Silva
Verônica Amâncio
Xala Teixeira

PLANTAS MEDICINAIS

PLANTAS MEDICINAIS X COMUNIDADE
VALORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO
POPULAR, EDUCAÇÃO E SAÚDE

Núcleo de Estudos em Plantas Medicinais



NEPLANT

Informações

- A **FITOTERAPIA** consiste na utilização de **PLANTAS MEDICINAIS** para a prevenção e tratamento de algumas doenças, visando, portanto a manutenção e recuperação da saúde
- As **Plantas Mediciniais** possuem como função ajudar no combate e tratamento de algumas doenças, melhorando conseqüentemente a saúde do indivíduo
- Muitas substâncias presentes nessas ervas são motivos de estudo e fabricação de remédios em várias áreas como Diabetes, Hipertensão, Colesterol, Obesidade, Insônia entre outras
- A maioria da população brasileira utiliza **Plantas Mediciniais** através de chás, umas das formas mais apreciadas de consumi-lás. Porém, muitas pessoas não preparam o chá corretamente, fazendo com que percam suas propriedades essenciais a saúde
- Os **CHÁS**, dependendo da parte vegetal utilizada, possuem formas diferentes de preparo, **APRENDA a FORMA CORRETA:**

INFUSÃO

Utilizado para o preparo de partes mais frágeis das plantas, como flores, botões ou folhas. Após Ferver a água, despejar sobre as ervas, deixando repousar abafadas por 5 a 10 minutos.

Ex: Carqueja amarga (*Baccharis trimera*), Camomila (*Matricaria recutita*).

DECOCÇÃO

É utilizado para vegetais com material consistente como raiz, casca, lenho, rizomas, frutos. Ferve-se as partes da planta juntamente com a água, por mais ou menos 15 a 30 minutos.

Ex: Canela (*Cinnamomum verum*), Erva doce (*Pimpinella anisum*).

MACERAÇÃO

Coloca-se uma ou mais ervas em contato com água fria, deixando-se por pelo menos 12 horas, ao abrigo da luz e em frasco bem vedado. Deve-se agitar a mistura pelo menos uma vez por dia. Podem-se fazer também os procedimentos combinados, que é a maceração (durante a noite) seguida pela infusão ou pela decocção, conseguindo-se uma gama maior de princípios ativos, principalmente no caso de mistura de partes vegetais diferentes.

COMPRESSA

Pode ser feita embebendo-se panos, chumaços de algodão ou gazes no infuso ou decocto da planta (que pode ser quente ou fria). Esta forma de preparo tem

ação local.

EX: Bardana (*Arctium lappa*), Arnica (*Arnica montana*).

GARGAREJO

Prepara-se um chá, por decocção de ervas. Pode ser utilizado várias vezes por dia. Evite engolir o chá após o gargarejo.

Ex: Romã (*Punica granatum*), Tanchagem ou Tansagem (*Plantago major*).

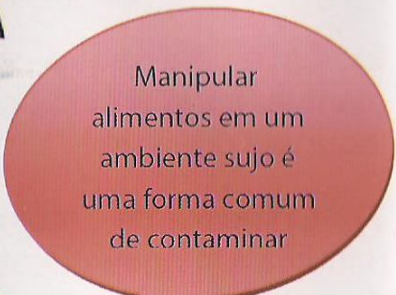
ATENÇÃO

- As **plantas mediciniais** interferem na forma como os **remédios** convencionais agem no organismo. Podem inibir ou aumentar a ação deles. Alteram o metabolismo dos medicamentos. Eles podem perder a eficácia ou se acumular no organismo.
- Quem toma uns chazinhos ou umas cápsulas naturais e não conta ao médico. Acha que a informação é irrelevante ou teme ser ridicularizado.
- Os **benefícios** dessa prática terapêutica são inúmeros desde que o produto seja utilizado de maneira correta, pois é de **baixo custo**

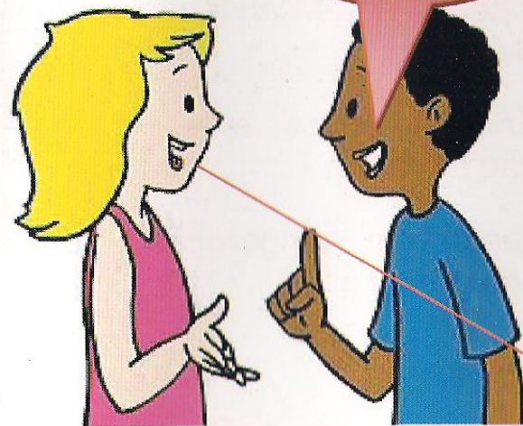
Apêndice 3: Folder -Boas práticas para utilização de Plantas Medicinais.



Há mais micróbios em uma mão suja do que pessoas em todo o planeta!



Manipular alimentos em um ambiente sujo é uma forma comum de contaminar

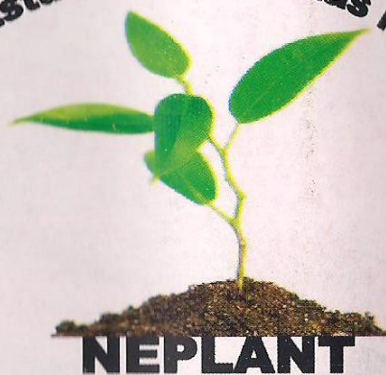


Agora terei mais cuidado com a higienização das plantas que irei consumir para evitar que eu fique doente, pois 374 pessoas por ano ficaram doentes por consumirem alimentos contaminados.



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
SUDOESTE DA BAHIA

Núcleo de Estudos em Plantas Medicinais



Equipe:

Prof Gabriele Marisco

Prof Renata Assunção

Eilane Fernades

Marina Rocha

Roberta Souza

Colaboradores

Adriana Martins

Xala Teixeira

Naiane Gomes

Luziane Moitinho

Lais Alves

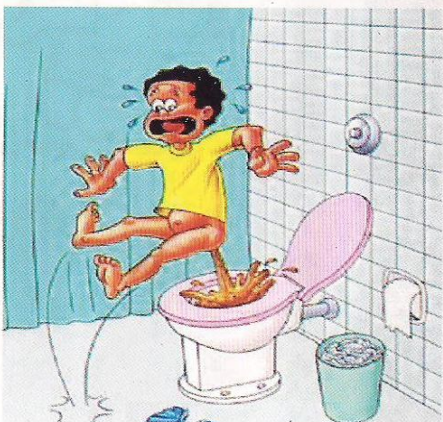
Boas Práticas para Utilização de Plantas Medicinais



O que é contaminação?

A contaminação dos alimentos por parasitas e micróbios pode ocorrer antes e durante o preparo dos alimentos, podendo ser prejudicial à saúde, causando doenças e sintomas como:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| ● Diarreia | ● Náuseas |
| ● Vômito | ● Febre |
| ● Cólica | ● Dor abdominal |
| ● Fadiga | ● Flatulência |
| ● Dor de cabeça | ● Perda de apetite |



Para adultos saudáveis, a maioria das doenças dura poucos dias e não deixa seqüelas; para as **crianças, grávidas, idosos e pessoas doentes**, as consequências podem ser mais graves, podendo inclusive levar à morte.

Meios de Contaminação

Os micróbios e parasitas (como os vermes e outros) podem estar presentes no solo, na água e no intestino dos homens e animais, podendo então contaminar os alimentos e causar doença.



Sempre lembre-se das Medidas simples como:



- *Lavar bem as mãos;
- *Conservar os alimentos em temperaturas adequadas;
- *Cozinhar corretamente para evitar ou controlar a contaminação dos alimentos.

Essas medidas simples fazem parte das **Boas Práticas**.

Higienização correta das Plantas

Atenção!

Alimentos como frutas, legumes e hortaliças devem ser higienizados, visto que são consumidos crus.

Para higienização é preciso:

- 1) Selecionar, retirando as folhas, partes e unidades estragadas;
- 2) Lave em água corrente as plantas, folha a folha, e as frutas e legumes um a um;
- 3) Colocar de molho por 10 minutos em água clorada (1 colher de sopa de água sanitária para 1 litro de água);
- 4) Enxágüe para remoção da solução clorada.
- 5) Manter em refrigeração até a hora do preparo

Cuidados: Não consumir plantas com:

- Aparência danificada;
- Consistência pegajosa;
- Bolor;
- Mau cheiro.

Apêndice 4: Cartilha educativa (entregue para comunidade).

**PLANTAS MEDICINAIS
UTILIZADAS PELA
COMUNIDADE SÃO
SEBASTIÃO
VITÓRIA DA CONQUISTA - BA**

**Gabriele Marisco/Renata Assunção Spósito
Coordenadoras**

Série Textos Didáticos



Gabriele Marisco e Renata Assunção Spósito
Coordenadoras

**PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS
PELA COMUNIDADE SÃO SEBASTIÃO,
VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA**

Série Textos Didáticos



EDIÇÕES UESB

Vitória da Conquista - BA
2013



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Departamento de Estudos Linguísticos e Literários (DELL)

Reitor
Prof. Dr. Paulo Roberto Pinto Santos
Vice-Reitor
Prof. Dr. José Luiz Rech
Pró-Reitor de Extensão e Assuntos Comunitários
Prof. Dr. Fábio Félix Ferreira
Diretor - Edições Uesb
Romildo Pereira Chaves

Comitê Editorial
Prof. Dr. Almiralva Ferraz Gomes (DCSA)
Prof. Dr. Ana Maria dos Santos Rocha (DCN)
Prof. Ms. Cândido Requião Ferreira (DQE/Jequié)
Prof. Dr. Isnara Pereira Ivo (DH)
Prof. Dr. Joaquim Perfeito da Silva (DFCH)
Prof. Dr. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto (DEAS)
Prof. Ms. Rita de Cássia de O. Lima Alves (DCSA)

P774p Plantas medicinais utilizadas pela comunidade São Sebastião, Vitória da Conquista, BA / coordenação
Gabriele Marisco, Renata Assunção Spósito; revisão de linguagem Leila Souza Pereira; normalização
técnica Jacinto Braz David Filho. – Vitória da Conquista: Edições UESB, 2013.

24p.
ISBN 978-85-7985-036-3

Texto didático dedicado ao projeto de extensão: plantas medicinais x comunidade: valorização do
conhecimento popular, educação e saúde.
Inclui referências.

1. Plantas medicinais. 2. Medicina popular. 3. Vitória da Conquista(BA) – Plantas medicinais –
Catálogo. I.

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. H. T.
CDD: 615.32

Elainei Carvalho Santana – CRB 5/1026
Biblioteca – UESB – Campus de Vitória da Conquista-BA

Equipe Técnica

Coordenação editorial e normalização técnica

Jacinto Braz David Filho

Editoração eletrônica e capa

Warley Souza dos Reis

Revisão de linguagem

Leila Souza Pereira

Capa

Sálvio dos Santos Azevedo



Impresso na DIGRAF/UESB

Em setembro de 2013.



Campus Universitário – Caixa Postal 95 – Fone/fax: 77 3424-8716
Estrada do Bem-Querer, s/nº – Módulo da Biblioteca, 1º andar
45031-900 – Vitória da Conquista-BA
Site: www.uesb.br/editora
E-mail: editorauesb@yahoo.com.br

SUMÁRIO

Apresentação.....	7
Cuidados que devem ser observados antes de utilizar as plantas medicinais.....	8
Plantas medicinais utilizadas pela comunidade São Sebastião.....	10
Abacaxi.....	10
Alecrim, Cidreira-falsa.....	10
Alfavaca.....	10
Alho.....	11
Anador.....	11
Babosa.....	11
Barbatimão.....	11
Berinjela.....	12
Camomila.....	12
Cana-de-açúcar.....	12
Capim-santo, Capim-limão, Capim-cidreira.....	12
Carambola.....	13
Carqueja.....	13
Carrapicho-de-agulha.....	13
Chuchu.....	14
Figueirinha.....	14
Funcho.....	14
Gengibre.....	14
Hortelã.....	15
Junça.....	15
Maracujá.....	15
Mastruz.....	15
Nogueira.....	16
Noz-moscada.....	16
Pata-de-vaca.....	16
Pitanga.....	17
Romã.....	17
Senna,Sene.....	17
Transagem.....	17
Umburana macho.....	19
Referências.....	21

APRESENTAÇÃO

O projeto Plantas Medicinais X Comunidade: Valorização do Conhecimento Popular, Educação e Saúde objetivou conhecer as plantas medicinais utilizadas pela comunidade São Sebastião, Vitória da Conquista - Bahia, bem como realizar ações educativas sobre o uso racional dessas plantas, para a promoção da saúde na comunidade.

As informações apresentadas neste trabalho foram coletadas no ano de 2011. Além da aplicação de questionários, atividades extensionistas, como apresentação de oficinas e palestras sobre o tema Plantas Medicinais, foram realizadas para a comunidade.

A Extensão é uma ferramenta de transformação social, pois possibilita uma interação entre universidade e comunidade, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, desenvolvendo cidadania, respeitando a cultura e as demandas da população.

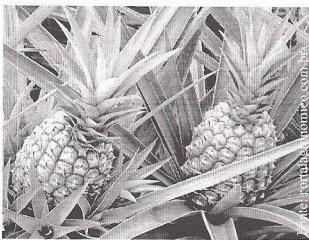
Essas ações contribuíram na formação acadêmica dos alunos envolvidos, tornando-os agentes multiplicadores do conhecimento científico. Dessa maneira, a produção do conhecimento garante a relação entre pesquisa e extensão e se caracteriza como um mecanismo de transformação social, na medida em que promove educação e saúde.

O projeto de extensão promoveu a desenvoltura dos discentes junto aos docentes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), que trabalharam para que o conhecimento popular da Comunidade São Sebastião fosse valorizado no âmbito científico, contribuindo com ampliação educacional e a saúde.

INTRODUÇÃO CUIDADOS QUE DEVEM SER OBSERVADOS ANTES DE UTILIZAR AS PLANTAS MEDICINAIS

- Utilize somente plantas conhecidas e de locais livres de contaminantes (agrotóxicos, microrganismos causadores de doenças, metais pesados).
- Evite usar misturas de plantas.
- Não utilize durante a gravidez.
- Evite o uso de chás com efeito laxante ou diurético para emagrecer.
- Algumas plantas não podem ser de uso interno.
- Observe a dose recomendada conforme a idade e lembre-se de que as plantas têm (podem apresentar) efeitos colaterais.
- Procure orientação médica ou profissional qualificado na área de fitoterapia.

PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS PELA COMUNIDADE SÃO SEBASTIÃO



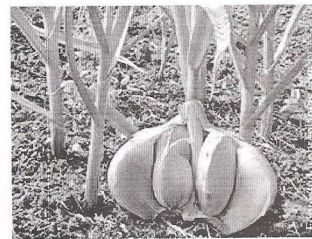
Nome popular: Abacaxi.
Nome científico: *Ananas comosus* (L.) Merr. (Bromeliaceae).
Indicações: Gripe e diurético. Utilizado como mucolítico e fluidificante das secreções e das vias aéreas superiores.
Forma de uso: Cozimento, suco.
Parte utilizada: Fruto.
Contraindicação: Não usar em casos de úlcera gástrica e gravidez.
Efeito tóxico: Deve-se evitar o contato com os olhos, pois pode causar ardor e irritação.



Nome popular: Alecrim, alecrim-do-campo, camará, chá-da-febre, cidreira, cidreira-falsa, cidreira-capim, salva-brava.
Nome científico: *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae).
Indicações: Cólicas abdominais, ansiedade, insônia, calmante.
Forma de uso: Infusão.
Parte utilizada: Folhas.
Contraindicações: Não deve ser usada por pessoas com hipotireoidismo (reduz função da tireoide).
Efeito tóxico: Deve ser usado com cuidado por pessoas com pressão baixa.



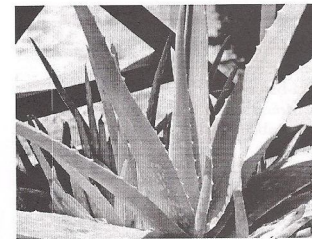
Nome popular: Alfavaca.
Nome científico: *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae).
Indicações: Hemorroidais, disenteria, inflamações de garganta, bico dos seios rachados.
Forma de uso: Infusão de folhas e/ou sumidades floridas picadas em água fervente. As raízes ajudam a estagnar o sangue.
Parte utilizada: Folhas, flores, raízes, óleo essencial e sementes.
Contraindicações: Aconselha-se sua utilização na gestação apenas sob supervisão médica.
Efeito tóxico: Eventuais reações alérgicas.



Nome popular: Alho.
Nome científico: *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae).
Indicações: Distúrbios endócrinos e cardiovasculares, neoplasias (tumores), parasitoses, hipertensão arterial, colesterol elevado.
Forma de uso: Maceração e chá.
Parte utilizada: Bulbo.
Contraindicação: Não deve ser usado por pessoas portadoras de úlcera gástrica ou duodenal ou com oclusão das vias biliares.
Efeito tóxico: Citotoxicidade seletiva, causando aplasia medular.



Nome popular: Anador.
Nome científico: *Justicia pectoralis* Jacq. (Acanthaceae).
Indicações: Dor de cabeça, febre e inflamação de garganta, cefaleia, gripe e tosse. Tais espécies são referidas na medicina popular no tratamento de doenças do aparelho respiratório.
Parte utilizada: Folhas e flores.
Forma de uso: Chá e infusão.
Contraindicação: Em doses elevadas causa alucinações.
Efeito tóxico: Não encontrados na literatura consultada.



Nome popular: Babosa
Nome científico: *Aloe vera* (L.) Burm. f. (Xanthorrhoeaceae)
Indicações: Uso externo, tratamento de inflamações e queimaduras.
Forma de uso: Suco, Gel, pomada, tônico.
Parte utilizada: Folhas.
Contraindicações: Uso interno pode causar dores abdominais e irritação no intestino. Em gestantes podem provocar contrações na musculatura lisa do útero e até aborto.
Efeito tóxico: Em altas doses o uso interno é considerado tóxico.



Nome popular: Barbatimão
Nome científico: *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Couille (Fabaceae)
Indicações: Adstringente, diarreia, hemorragia nas úlceras e uretrites; contra calvície.
Forma de uso: Decocção, aplicação cutânea direta.
Parte utilizada: Cascas, raízes e folhas.
Contraindicação: Há indícios de que as sementes sejam tóxicas; apresentam efeitos que podem prejudicar a gestante e o concepto.
Efeito tóxico: Embriotóxico, ou seja, acredita-se que o efeito do barbatimão ocorra através de alterações da zona basal da placenta, acarretando a morte embrionária e atrofia do corpo lúteo.



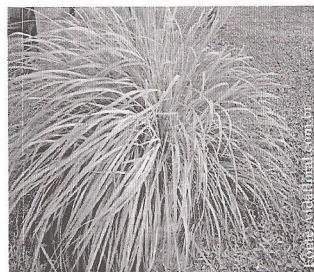
Nome popular: Berinjela
Nome científico: *Solanum melongena* L. (Solanaceae)
Indicações: Colesterol, diabetes, emagrecimento, inflamação dos rins, queimaduras, artrite, aterosclerose.
Forma de uso: Suco.
Parte utilizada: Fruto e folhas.
Contraindicações: Não encontrada na literatura consultada.
Efeito tóxico: Importância toxicológica atestada.



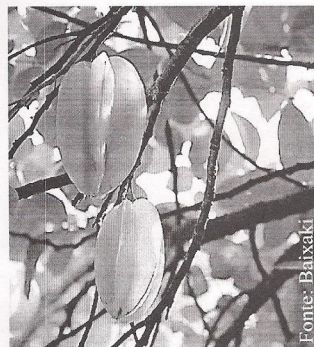
Nome popular: Camomila
Nome científico: *Matricaria recutita* (L.) (Asteraceae)
Indicações: Doenças de pele, doenças nervosas, afta, assaduras, gengivite, calmante.
Forma de uso: Por infusão, evita ou alivia a contração muscular em caso de descontrole; anti-inflamatório; o chá das flores pode ser usado para clarear os cabelos.
Parte utilizada: Capítulos florais secos (flores).
Contraindicações: Contato repetido com a planta.
Efeito tóxico: Já foram relatadas infecções na pele mediante contato com a planta.



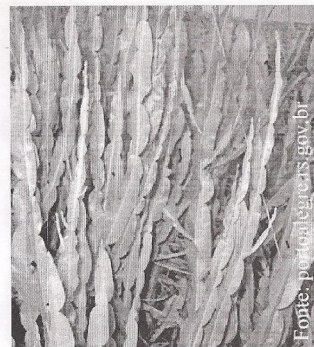
Nome popular: Cana-de-açúcar
Nome científico: *Saccharum officinarum* L. (Poaceae)
Indicações: Cansaço, anemia, cólica digestiva, aftas, dor no fígado, prisão de ventre, rachaduras nos seios, coceiras, feridas, infecções, catarro, bronquite.
Forma de uso: Em casos de lactação e insônia, deve-se tomar o suco do colmo da planta; para agir como diurético e hipotensor, pode-se fazer a decoção das raízes; em casos de distúrbios dos rins e para combater parasitas, prepara-se a decoção dos bulbos.
Parte utilizada: Parte interna dos colmos, raízes e folhas.
Contraindicações: Não encontradas na literatura consultada.
Efeito tóxico: Não apresenta efeito tóxico.



Nome popular: Capim-santo, capim-limão, apim-cidreira, cidreira.
Nome científico: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae)
Indicações: Cólicas intestinais e uterinas, quadros leves de ansiedade/insônia e age como calmante suave.
Forma de uso: Infusão das folhas.
Parte utilizada: Folhas.
Contraindicações: O capim-santo não tem contra-indicações comprovadas.
Efeito tóxico: O capim-santo é totalmente desprovido de toxidez.



Nome popular: Carabomba
Nome científico: *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae)
Indicações: Contra febre, antiescorbútico (falta de vitamina C) e antidiarreico (Contra diarreia).
Forma de uso: Suco da fruta.
Parte utilizada: Fruto.
Contraindicação: Pacientes com insuficiência renal crônica (nefropatia crônica) não podem consumir tal fruto.
Efeito tóxico: A carambola tem uma neurotoxina capaz de provocar graves alterações neurológicas em pacientes com histórico de nefropatia crônica. Dentre estas alterações, podemos observar desde quadros leves, como soluços e confusão mental, até quadros mais sérios, como convulsões e morte.



Nome popular: Carqueja
Nome científico: *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae)
Indicações: Tratamento de distúrbios do sistema digestivo, problemas de fígado, estômago, vesícula e intestino solto.
Parte utilizada: Cascas da planta ou folhas frescas ou secas.
Forma de uso: Infusão, uso interno ou externo em locais afetados.
Contraindicações: Não pode ser utilizado por gestantes e lactantes, doses excessivas podem baixar a pressão.
Efeito tóxico: Principal efeito adverso à pressão arterial baixa.



Nome popular: Carrapicho, carrapicho-de-agulha, carrapicho-picão, erva-picão, erva-pilão, fura-capá, picão-preto, picacho, picacho-negro, picão-docampo, pico-pico
Nome científico: *Bidens pilosa* L. (Asteraceae)
Indicações: Rins, hepatite.
Forma de uso: Chá.
Parte utilizada: Toda a planta.
Contraindicações: Pessoas sensíveis ou alérgicas a cafeína devem evitar o uso da planta. Diabéticos e hipertensos devem utilizar a planta apenas sob supervisão médica.
Efeito tóxico: Alergias em pessoas que não podem consumir cafeína.



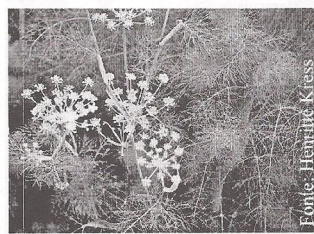
Fonte: Herbariuh. Bauriv. Gense. Her.

Nome popular: Chuchu
Nome científico: *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae)
Indicações: Casos de pressão arterial elevada.
Forma de uso: Em forma de infusão das folhas e o consumo da fruta.
Parte utilizada: Folhas e fruto.
Contraindicação: Não foi encontrada nenhuma contraindicação.
Efeito tóxico: Não foi encontrado nenhum resultado.



Fonte: ianre.aiterv.ista.org

Nome popular: Figueirinha, Caapiá, Chupa-chupa.
Nome científico: *Dorstenia brasiliensis* Lam. (Moraceae)
Indicações: Anti-inflamatória, analgésica.
Forma de uso: Cataplasma (papa medicamentosa); uso externo em aplicação na área inflamada.
Parte utilizada: Raízes ou toda a planta.
Contraindicação: Potencializa efeitos de medicamentos anticoagulantes.
Efeito tóxico: Não foi encontrada nenhuma informação.



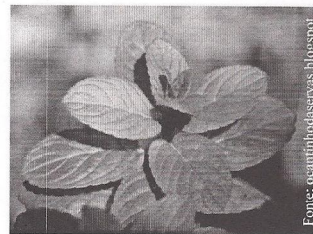
Fonte: Heinrich Kress

Nome popular: Funchos
Nome científico: *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae)
Indicações: Tosse, bronquite, problemas gastrointestinais leves com espasmos.
Forma de uso: Infusão.
Parte utilizada: Folhas.
Contraindicações: A infusão deve ser utilizada sempre nas doses recomendadas.
Efeito tóxico: Fotodermatites, dermatites de contato.



Fonte: ianre.aiterv.ista.org

Nome popular: Gengibre
Nome científico: *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae)
Indicações: Enjôo, náusea e vômito na gravidez, de movimento e pós-operatório; dispepsias em geral.
Forma de uso: Decocção.
Parte utilizada: Rizoma.
Contraindicações: Evitar o uso em pacientes que estejam utilizando anticoagulantes, com desordens de coagulação ou com cálculos biliares, irritação gástrica e hipertensão especialmente em doses altas. Evitar o uso em menores de 6 anos.
Efeito tóxico: Não foram encontrados estudos com confirmação de efeito tóxico.



Fonte: ocanitubodaservas.blogspot

Nome popular: Hortelã
Nome científico: *Mentha piperita* L. (Lamiaceae)
Indicações: Cólicas, flatulências (gases) e problemas hepáticos.
Forma de uso: Infusões.
Parte utilizada: Folhas.
Contraindicações: É contraindicado para casos de obstruções biliares, danos hepáticos severos e durante a lactação.
Efeito tóxico: Não foram encontrados estudos com confirmação de efeito tóxico.



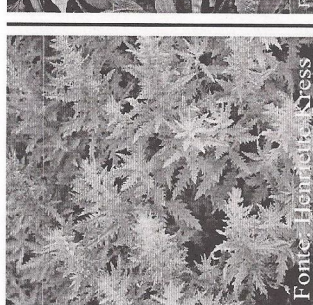
Fonte: ianre.aiterv.ista.org

Nome popular: Junça
Nome científico: *Cyperus esculentus* L. (Cyperaceae)
Indicação: Doenças do estômago; carminativa, sudorífica e diurética.
Forma de uso: Raízes por infusão.
Parte utilizada: Raízes.
Contraindicações: Não foram encontrados na literatura consultada.
Efeito tóxico: Não foram encontrados estudos com confirmação de efeito tóxico.



Fonte: John Ochsendorf

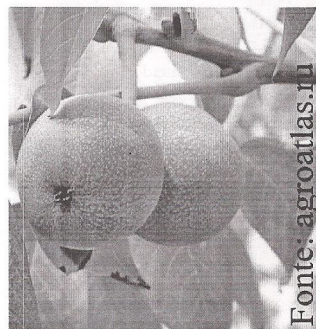
Nome popular: Maracujá
Nome científico: *Passiflora edulis* Sims (Passifloraceae)
Indicações: Ansiedade, hipertensão arterial, sedativa, anti-inflamatória, vermífuga, insônia, irritabilidade.
Forma de uso: Decocção sob a forma de banhos quentes (artrite, gota, hemorroidas – uso externo); insônia, irritabilidade (uso interno). Triturar as sementes do maracujá, misturar com mel e tomar uma colher de sopa em jejum (vermífugo).
Parte utilizada: Folha, fruto, semente.
Contraindicações: Não recomendado para pessoas que apresentem hipotensão (pressão baixa).
Efeito tóxico: O grau de toxicidade depende da dosagem utilizada pelo indivíduo.



Fonte: Heinrich Kress

Nome popular: Mastruz
Nome científico: *Chenopodium ambrosioides* L. (Amaranthaceae)
Indicações: Verminoses, gripes, fraturas ósseas ou em contato com a enfermidade local de contusões (manchas roxas decorrentes de pancadas) e dores musculares.
Forma de uso: Maceração da folha ou casca; folhas também podem ser batidas no liquidificador com leite (para tratamentos de gripe) e amarradas no local fraturado (na recuperação de fraturas ósseas).
Parte utilizada: Folhas e ramos.
Contraindicações: Não relatados na literatura consultada.

Efeito tóxico: O óleo essencial dessa espécie usado como anti-helmíntico é considerado tóxico e até mesmo pode ser fatal. Uma vez injetado na corrente sanguínea de animais, o óleo provoca uma depressão da circulação sanguínea, respiração e movimentos intestinais.



Fonte: agroAtlas.in

Nome popular: Nogueira

Nome científico: *Juglans regia* L. (Juglandaceae)

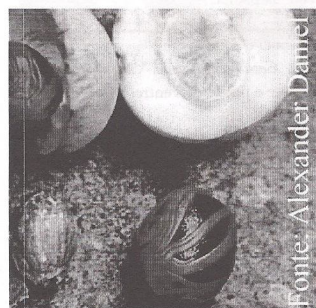
Indicações: Adstringente, antiparasitária, depurativa, hipoglicemiante, antianêmica, antirreumática, antidiarreica, eupéptica, cicatrizante, antisséptica, frieiras e repelentes de insetos.

Forma de uso: Infusão de folhas secas; decoção das raízes.

Parte utilizada: Folhas, cascas e raízes.

Contraindicações: Não deve ser dado a lactantes e gestantes, pessoas de estômago sensível a taninos (substância vegetal).

Efeito tóxico: Pode causar mal-estar e vômito; desencadeia reações de hipersensibilidade, como irritação na pele e nos olhos.



Fonte: Alexander Danel

Nome popular: Noz-moscada

Nome científico: *Myristica fragrans* Houtt. (Myristicaceae)

Indicações: Adstringente, antioxidante, antiespasmódica, afrodisíaca, anti-inflamatória, carminativa, estimulante circulatório, laxativa.

Forma de uso: Externamente é utilizada contra o reumatismo crônico e dores lombares; facilita a expulsão de pus, supurações da pele, abscessos.

Parte utilizada: Sementes.

Contraindicação: O consumo de uma nozmoscada em grande quantidade pode produzir efeitos de intoxicação. Não deve ser utilizada por epiléticos.

Efeito tóxico: Alucinações auditivas e visuais e descontrole motor. Em gestantes pode ter efeito abortivo.



Fonte: arjansantospeserve.blogspot

Nome popular: Pata-de-vaca

Nome científico: *Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae)

Indicações: Purgativa, diurética, elefantíase, mordidas de cobra, hipoglicemia e hiperglicemia.

Forma de uso: Chá (diabetes); flores (purgativo); infusão ou decoção sob forma de banhos (elefantíase e mordidas de cobra).

Parte utilizada: Cascas, folhas, flores, lenho e raízes.

Contraindicações: Em caso de gestação ou lactação; pessoas com baixos níveis de glicose hipoglicemia.

Efeito tóxico: Pode potencializar drogas antidiabéticas.



Fonte: claudiofoleto.blogspot

Nome popular: Pitanga

Nome científico: *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae)

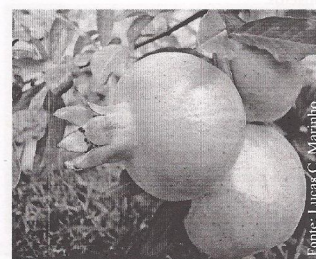
Indicações: Febre, doenças estomacais, hipertensão, obesidade, reumatismo.

Forma de uso: Fruto ao natural ou polpa em refresco; ingestão do chá da folha e banhos.

Parte utilizada: Folhas.

Contraindicações: Não foi encontrada na literatura consultada.

Efeito tóxico: Não foi encontrado na literatura consultada.



Fonte: Lucas C. Marinho

Nome popular: Romã

Nome científico: *Punica granatum* L. (Lythraceae)

Indicações: anti-helmíntico, antioxidante, ação bactericida e bacteriostática, inflamações na garganta e gengiva, cólica, diarreia intestinal.

Forma de uso: Infusão das cascas dos frutos em água.

Parte utilizada: Toda a planta: cascas da raiz, do caule e do fruto (pericarpo).

Contraindicações: Grávidas e lactantes.

Efeito tóxico: Não foi encontrada nenhuma informação quanto à toxicidade da planta.



Fonte: esogilizevivi

Nome popular: Senna e Sene

Nome científico: *Cassia angustifolia* Vahl (Fabaceae)

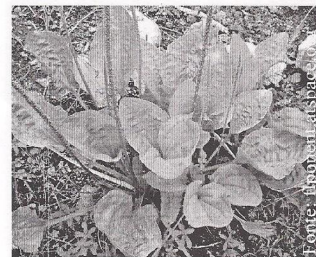
Indicações: Purgante e prisão de ventre.

Forma de uso: Infusão.

Parte utilizada: Pó de folhas e extrato.

Contraindicações: Não utilizar dose maior que a indicada, nem usar por mais de 10 dias seguidos, pois pode provocar nefrite; não indicado para mulheres grávidas e durante a menstruação; não indicado como lambedor para crianças.

Efeito tóxico: Desconforto abdominal, perda de eletrólitos e água, diarreia, desordens gastrintestinais.



Fonte: hipocritasdaspedras

Nome popular: Transagem

Nome científico: *Plantago major* L. (Plantaginaceae)

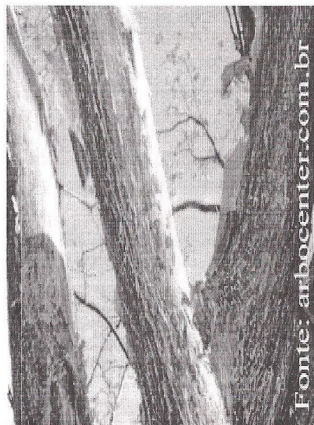
Indicações: Adstringente, anti-inflamatória (inflamação da boca e faringe), emoliente, expectorante, inseticida, laxante.

Forma de uso: Infusão (uso interno ou aplicar no local afetado, em bochechos e gargarejos).

Parte utilizada: Folhas.

Contraindicações: Constipação e fezes muito ressecadas; durante a gestação; hipotensão arterial (pressão baixa) e gravidez.

Efeito tóxico: Pode causar arritmia e parada cardíaca, reações alérgicas e irritações. O pólen é propagador da polinose (alergia). Há casos de choque anafilático com sementes.



Fonte: arbocenter.com.br

Nome popular: Umburana macho

Nome científico: *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. (Fabaceae)

Indicações: Atividades broncodilatadoras, analgésica e anti-inflamatória.

Forma de uso: Uso externo (decoção de cascas em água); banhos em crianças para baixar a febre. Uso interno (xarope pelo cozimento da casca e das sementes); pó das sementes amassadas.

Parte utilizada: Cascas e sementes.

Contraindicação: Não ser administrado em pessoas com problemas cardíacos.

Efeito tóxico: Quando usados em grandes doses, paralisam o coração e deprimem o centro respiratório; pode impedir a coagulação; deve-se evitar o uso em pessoas com antecedentes hemorrágicos e o uso concomitante com outros medicamentos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. Berinjela: que antecedente familiar terrível. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, São Paulo, v. 48, n. 4, p. 572-574, 2004.
- BALESTRINI, L.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, O. G.; DALLSTELLA, D. S. G.; MIGUEL, M. D. Contribuição ao estudo fitoquímico de *Dorsteniamultiformis* Miquel (Moraceae) com abordagem em atividade antioxidante. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, João Pessoa-PB, 2008.
- BARBOSA, A. S.; SOUSA, E. G.; SILVA, M. A.; SUELLEM, H. Plantas Medicinais: Aspectos do uso de fitoterápicos na melhoria da qualidade de vida humana. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA, 9., 2007, João Pessoa-PB. *Anais eletrônicos...* João Pessoa-PB: UFPB, 2007. Disponível em: www.prac.ufpb.br/anais/IXE.nex/iniciacao/documentos/anais/6SAUDE/6CFTDAPMT01.pdf. Acesso em: jun. 2012.
- BARROS, F. M. C. Plantas de Uso Medicinal no Município de São Luiz Gonzaga, RS, Brasil. *Latin American Journal of Pharmacy*, v. 26, n. 5, p. 652-662, 2007.
- BASTOS, D. C. A cultura da carambola. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 2, 2004.
- BERGSSON, G.; STEINGRIMSSON, O.; THORMARA, H. Bactericidal effects of fatty acids and monoglycerides on *Helicobacter pylori*. *Journal Antimicrobial Agents*, 2002.
- BOSCOLO, O. H.; VALLE, L. S. Plantas de uso medicinal em Quissamã. *IHERINGIA, Sér. Botânica*, v. 63, n. 2, p. 263-277, jul./dez. 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Lista de fitoterápicos regulamentados pela ANVISA*. Brasília. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/2010/03/drgvege.pdf>. Acesso em: jun. 2012.
- _____. *PLANTAMED*. Última revisão: 24/01/2012 Disponível em: http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Cassia_angustifolia.htm. Acesso em: jun. 2012.
- _____. *Plantas Medicinais e fitoterapia*. Disponível em: <http://www.plantasmedicinasiefitoterapia.com/plantas-medicinais-picao-preto.html>. Acesso em: jun. 2012.
- CABRAL, G.; MACIEL, J. R. Levantamento etnobotânico da coleção de plantas medicinais do Jardim Botânico do Recife, PE. *Revista de Biologia e Farmácia*, João Pessoa, n. 3, v. 9, p. 146-151. 2011.
- DEGÁSPARY, C. H.; LEITE, B. Z.; BALSINI, I. D.; GUERRA, A. S. Obtenção de extrato de carqueja (*Baccharis articulata* (Lam.) Pers.) por diferentes processos de concentração. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E PROMOÇÃO HUMANA-FACET-UTP, 4., 2002, Curitiba. *Anais eletrônicos...* Curitiba: UTP, 2002. Disponível em: http://www.utp.br/proppe/pesquisa/seminarios_de_pesquisa/trienio_2002-2004/seminariodepesquisa/PDFs/lp46%20-a3.pdf. Acesso em: jun. 2012.

FALKOWSKI, G. J. S.; JACOMASSI, E.; TAKEMURA, O. S. Qualidade e autenticidade de amostras de chá de camomila – *Matricaria recutita* L. – Asteraceae. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 68, n. 1, p. 64-72, 2009.

FOLHAS de maracujá. Disponível em: <<http://www.portalnatural.com.br/vida-saudavel/plantas-medicinais/folhas-de-maracuja>>. Acesso em: jun. 2012.

FRANCO, L. C. L.; LEITE, R. C. *Fitoterapia para a mulher*. Curitiba: Corpomente, 2004.

JARDINI, F. A.; MANCINI, J. F. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 137-147, 2007.

LAINETTI, R. B.; BRITO, N. R. S. *A cura pelas Ervas e plantas medicinais brasileiras*. Rio de Janeiro. Ediouro, 1979.

MAGIOLI, C.; MANSUR, E. E. *Solanum melongena* L. tissue culture, genetic transformation and use as an alternative model plant. *Acta Botanica Brasílica*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 139-148, jan./mar. 2005.

MAIA, F. A. L. M.; SILVA, V. S.; BARROS, T. L.; COSTA, C. L. S.; MAIA, E. P. V. D.; ARAUJO, K. S.; SANTOS, I. M. S. P.; VILLAVARDE, A. G. J. B.; CARVALHO, F. A. S.; CARVALHO, R. A. Efeito do gel da babosa (*Aloe barbadensis* Mill.) associado ao ultrassom em processo anti-inflamatório agudo. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 146-150, 2011.

MATOS, F. J. A.; CAVALCANTI, F. S.; PARENTE, J. P. Junça – uma fonte inexplorada de alimento energético. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 124-129, 2008.

MORAIS, S. M.; DANTAS, J. D. P.; SILVA, A. R. A.; MAGALHÃES, E. F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 15, n. 2, 2005.

MOREIRA, F. G.; LERVOLINO, R. I.; BENEVENTI, A. C. A.; DALLORTO, S. Z.; OLIVEIRA-FILHO, J. L.; GOMES, A. F. T. Intoxicação por carambola em paciente com insuficiência renal crônica: relato de caso. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 395-398, 2010.

MOREIRA, R. C. T.; COSTA, L. C. B.; COSTA, R. C. S.; ROCHA, E. A. Abordagem etnobotânica acerca do uso de plantas medicinais na Vila Cachoeira, Ilhéus, Bahia, Brasil. *Acta Farmacêutica Bonaerense*, Buenos Aires, v. 21, n. 3, p. 205-211, 2002.

OLALEYE, M. T.; AKINMOLADUN, A. C.; AKINDAHUNSI, A. A. Antioxidant properties of *Myristica fragrans* (Houtt) and its effect on selected organs of albino rats. *African Journal of Biotechnology*, v. 5, p. 1274-1278, 3 July 2006.

OLIVEIRA, C. J.; ARAUJO, T. L. Plantas medicinais: usos e crenças de idosos portadores de hipertensão arterial. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 93-105, 2007.

OLIVEIRA, F. Q.; GOBIRA, B.; GUIMARÃES, C.; BATISTA, J.; BARRETO, M.; SOUZA, M. Espécies vegetais indicadas na odontologia. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 466-476, 2007.

OLIVEIRA, G.; ROBRE, D. D.; SCALON, H. Forma de utilização de fitoterápicos indicado pelo Sistema Único de Saúde. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA – SEMEX, 1., 2010, Dourados. *Anais...* Dourados, 2010.

PANOZZO, L. E.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; PINTO, J. J. O.; NEVES, R. Métodos de manejo de *Cyperus esculentus* na lavoura de arroz irrigado. *Planta daninha*, Viçosa-MG, v. 27, p. 165-174, 2009.

PERÓN, A. P.; FELIPES, J.; MATIGGE, G. I.; CANTAGALLI, L. B.; MARIUCCI, R. G.; VICENTINI, V. E. P. Avaliação mutagênica das plantas medicinais *Baccharis trimera* Less. e *Solanum melongena* L. em células de medula óssea de ratos Wistar. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 127-130, 2008.

PIMENTA, A. R. O.; SALOMÃO, K. C.; SILVA, A. G.; RIBEIRO, L. F. Plantar sem matar para comer sem morrer – o cultivo orgânico de plantas medicinais em Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo, sudeste do Brasil. *Natureza online*, Santa Tereza, v. 7, n. 1, p. 43-50, 2009.

PINTO, E.; AMOROZO, M. C. M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006.

PLANTAS E ERVAS MEDICINAIS, FITOTERAPIA E FITOTERÁPICOS. *Imburana-de-cheiro*. Disponível em: <http://www.plantamcd.com.br/plantaservas/especies/Amburana_cearensis.htm>. Acesso em: jun. 2012.

_____. *Noz-moscada*. Disponível em: <<http://www.plantasmedicinasefitoterapia.com/plantas-medicinais-noz-moscada.html>>. Acesso em: jun. 2012.

RAMOS, A. T. Uso de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* na redução do colesterol. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 592-597, 2007.

RECEITA Natural – Dicas Naturais, Remédios Caseiros. Disponível em: <<http://natural.fernanda.com.br/plantas-medicinais/barbatimao-propriedades-medicinais/>>. Acesso em: jun. 2012.

RITER, M. R.; SOBURAYSKI, G. R.; SCHENKEL, E. P.; MENTZ, L. A. Plantas usadas como medicinal no município de Ipê. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 51-62, 2002.

RODRIGUES, H. G.; MEIRELES, C. G.; LIMA, J. T. S.; TOLEDO, G. P.; CARDOSO, J. L.; GOMES, S. L. Efeito embriotóxico, teratogênico e abortivo de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 359-366, 2011.

RODRIGUES, K. S. Plantas medicinais para inúmeras enfermidades. *Jornal Semanário da Zona Norte*, São Paulo, 2011.

Disponível em: <<http://www.semanariozonanorte.com.br/exibenoticia.asp?idnews=3223>>.

SANTOS, M. A. C. Levantamento de Espécies Vegetais Úteis das Áreas Sucuriju e Região dos Lagos, no Amapá. *Relatório Probio*, Amapá, p. 80-106, 2006.

SILVA, D. Levantamento Etnofarmacológico em Comunidades Rurais do Recôncavo da Bahia/BA. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 697-701, 2009.

TAUFNER, C. F.; FERRAÇO, E. B.; RIBEIRO, L. Uso de plantas medicinais como alternativa fitoterápica nas unidades de saúde pública de Santa Teresa e Marilândia, ES. *Natureza online*, Santa Teresa, v. 4, n. 2, p. 30-39, 2006.

VEIGA, J.; VALDIR, F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. Plantas medicinais: cura segura? *Química Nova*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VENDRUSCOLO, G. S.; RATES, S. M. K.; MENTZ, L. A. Dados químicos e farmacológicos sobre as plantas utilizadas como medicinais pela comunidade do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 361-372, 2005.

VIZZOTTI, M. Fotoquímicos em pitanga (*Eugenia uniflora* L.): seu potencial na prevenção e combate à doenças. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 3., ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL – PALESTRAS, 2., Santa Maria-RS, 2006. *Anais...* Santa Maria-RS: Embrapa, 2006.