



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Universidade Federal Rural
da Amazônia
BIBLIOTECA



MARIA JOSÉ DE SOUSA TRINDADE

**MORFOANATOMIA, FITOQUÍMICA, FENOLOGIA E DETERMINAÇÃO DE
METAIS EM ESPÉCIES DE *Croton* L. MEDICINAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da
Amazônia, como parte das exigências do Curso
de Doutorado em Ciências Agrárias: área de
concentração Agroecossistemas da Amazônia,
para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Alves Lameira

BELÉM

2014



Universidade Federal Rural
da Amazônia
BIBLIOTECA

Embrapa

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MORFOANATOMIA, FITOQUÍMICA, FENOLOGIA E DETERMINAÇÃO DE
METAIS EM ESPÉCIES DE *Croton* L. MEDICINAIS

Biblioteca



31800019

Terce
581-634098115
T833
Ex: 01

BELEM
2014



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



MORFOANATOMIA, FITOQUÍMICA, FENOLOGIA E DETERMINAÇÃO DE
METAIS EM ESPÉCIES DE *Croton* L. MEDICINAIS

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

MARIA JOSÉ DE SOUSA TRINDADE

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Osmar Alves Lameira - Orientador
EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL

Profa. Dra. Lucila Elizabeth Fragoso Monfort – 1ª Examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - Campus Capitão Poço

Profa. Dra. Louise Ferreira Rosal – 2ª Examinadora
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ –
Campus Castanhal

Profa. Dra. Regina Celi Sarkis Müller – 3ª Examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Profa. Dra. Fernanda Ilkiu Borges de Souza – 4ª Examinadora
EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL

Profa. Dra. Laura Figueiredo Abreu – Suplente
EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL

Trindade, Maria José de Sousa

Morfoanatomia, fitoquímica, fenologia e determinação de metais em espécies de *Croton* L. Medicinais. / Maria José de Sousa Trindade. - Belém, 2014.

86 f. : il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

1. Plantas medicinais - Amazônia 2. Sazonalidade amazônica 3. Sacaca 4. Sacaquinha 5. *Croton* I. Lameira, Osmar Alves, Orient. II. Título.

CDD – 581.634098115

DEDICO

Aos que acompanham desde o nascimento.

Minha família, em especial à minha mãe **MARGARIDA DE SOUSA** pelo apoio incondicional, sempre possibilitando “asas” aos meus sonhos.

Cada conquista minha é dela também.

OFEREÇO

A cor verde da esperança e vitalidade das folhas.

AGRADECIMENTOS

Neste momento singelo, as lembranças vêm à memória como em um furacão, repleto de sentimentos. Para a conclusão desta jornada tive a valiosa ajuda de várias pessoas que cooperaram de diversas maneiras, a quem anseio do fundo do coração, agradecer.

À DEUS, primeiramente por me conceder o dom da vida, e por todas as coisas boas que surgem a cada dia. Consumador de minha fé.

Ao orientador Dr. Osmar Lameira, pela orientação e conhecimentos transmitidos para a realização deste trabalho, e fazendo com que cada encontro seja uma injeção de ânimo em minha trajetória acadêmica e profissional.

A Capes, pelo patrocínio a partir da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia, seus professores pelos ensinamentos e funcionários em especial a secretaria Shirley, por toda atenção dispensada.

A Embrapa pelo acesso as espécies de Euphorbiaceae cultivas no Horto de plantas medicinais e ao Laboratório Agroindustrias pelas análises fitoquímicas.

Aos membros da banca de avaliação por aceitarem conferir esta tese e sugestões propostas.

Ao Laboratório de Toxicologia do Instituto Evandro Chagas pelo apoio na realização das análises dos metais.

Ao Laboratório de Química da Universidade Federal do Pará pelo apoio na realização de algumas análises e elaboração dos chás.

Ao Laboratório de Anatomia Vegetal do Museu Paraense Emílio Goeldi pelo apoio na realização dos estudos morfológicos.

A Pesquisadora Nádia Paracampo do Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental pela compreensão atenção e sugestões nas análises fitoquímicas.

A MSc. Tatiani Kikuchi, do laboratório de Anatomia do MPEG, por toda ajuda nas atividades de anatomia.

Ao Mestrando Edilson Freitas, do Laboratório de Anatomia do MPEG, por toda ajuda nas atividades de microquímica.

A MSc. Tarcimara Garcia, do laboratório de Microscopia de Varredura (MEV) do MPEG, pelo auxílio nas imagens.

Ao pesquisador Kelson do Carmo Faial do Laboratório de Toxicologia do Instituto Evandro Chagas pelas orientações nas análises dos minerais.

A doutoranda da UFPA Mariana Sarkis Müller, pela contribuição na produção dos chás.

À família, pela paciência e motivação. Compartilhando sonhos e realidades. Eu os amo muito, todos!

Aos estagiários e bolsistas da Embrapa: Vivian, Tainã, Fernanda, sementes do futuro.

Ao Sr. Paulo Guaranã, âncora no cuidado com as plantas do horto.

A MSc. Maria Félix, uma "hermana" pela convivência no maravilhoso e complexo trabalho de taxonomia e na vida.

Ao MSc. Carlos Renato uma amizade formada em sala de aula durante o mestrado, pelo estímulo e apoio na realização deste sonho.

Ao Prof. Dr. Luiz Marconi Fortes Magalhães coordenador científico do GEPEA-NPI/UFPA, um cientista a frente do seu tempo pela capacidade de visão no futuro desta terra e um grande amigo por ter me aceito e sempre me encorajar no mundo científico, saberes que levarei por toda a vida.

Aos colegas da turma de doutorado em especial Cristiany e Terezinha.

A todos os participantes do meu cotidiano, que de uma forma ou de outra, com um gesto, uma palavra me incentivaram nesta conquista, o meu sincero obrigado.

AGRADEÇO e disponibilizo a todos, meu aprendizado com carinho e gratidão, afirmando que a natureza, enquanto viva, é para todos.

*Apesar das ruínas e da morte,
Onde sempre acabou cada ilusão,
A força dos meus sonhos é tão forte,
Que de tudo renasce a exaltação
E nunca as minhas mãos ficam vazias.*

Sophia de Mello Breyner Andresen
Poesia (1944)

SUMÁRIO

	RESUMO	
	ABSTRACT	
1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Geral	18
2.2	Específicos	18
3	HIPÓTESES	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	Plantas Medicinais.....	18
4.2	Considerações Taxonômicas	20
4.2. 1	Euphorbiaceae.....	20
4.2.2	<i>Croton</i> L.	21
4.3	Morfologia de <i>Croton</i>.....	21
4.4	Anatomia de <i>Croton</i>.....	22
4.5	Química de <i>Croton</i>.....	22
	REFERÊNCIAS	23
	CAPÍTULO I - MORFOANATOMIA FOLIAR COMPARADA	29
	DE ESPÉCIES DE SACACA (<i>Croton</i> L., EUPHORBIACEAE)	
	OCORRENTES NA REGIÃO AMAZÔNICA.....	
	RESUMO.....	29
	ABSTRACT	29
1	INTRODUÇÃO.....	30
2	MATERIAL E MÉTODOS	31
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	48
	CAPÍTULO II - ASPECTOS FENOLÓGICOS, FITOQUÍMICOS	54
	E SAZONAIS EM FOLHAS DE <i>Croton</i> L. AMAZÔNICOS.....	
	RESUMO	54
	ABSTRACT	54
1	INTRODUÇÃO.....	55
2	MATERIAL E MÉTODOS	56
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58

4	CONCLUSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	64
	CAPÍTULO III - TEOR DE MINERAIS EM INFUSÕES DAS FOLHAS DE <i>Croton</i> L. (EUPHORBIACEAE) RELACIONADO AOS PERÍODOS SAZONAIS AMAZÔNICOS.....	69
	RESUMO.....	69
	ABSTRACT.....	69
1	INTRODUÇÃO.....	70
2	MATERIAL E MÉTODOS	71
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS.....	82
	CONSIDERAÇÕES GERAIS	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APG	Angiosperm Phylogeny Group
Ca	Cálcio
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Célula epitelial
Cu	Cobre
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Estrutura Secretora
Fe	Ferro
F	Floema
FV	Feixe Vascular
Id	Idiosblastos
K	Potássio
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
mg/dia	Miligrama por dia
MO	Microscopia ótica
Na	Sódio
nm	Nanômetro
OMS	Organização Mundial de Saúde
PP	Parênquima Paliçádico
PL	Parênquima Lacunoso
RDA	Necessidades Diárias Recomendadas
RENISUS	Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde
rpm	Rotação por minuto
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia
Zn	Zinco
WHO	World Health Organization
X	Xilema
µg/mL	Micrograma por mililitro

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - MORFOANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE ESPÉCIES DE SACACA (<i>Croton</i> L., EUPHORBIACEAE), OCORRENTES NA REGIÃO AMAZÔNICA		
Tabela 1	Características morfoanatômicas foliares comparativas de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica. (+) presente, (-) ausente.....	38
Tabela 2	Testes microquímicos comparativo em folhas de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica.....	42
CAPÍTULO II - ASPECTOS FENOLÓGICOS, FITOQUÍMICOS E SAZONAIS EM FOLHAS DE <i>Croton</i> L. AMAZÔNICOS		
Tabela 1	Fenofases de Euphorbiaceae cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.....	60
Tabela 2	Resultado da avaliação fitoquímica das folhas das Euphorbiaceae, cultivadas na coleção do Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.....	64
CAPÍTULO III - TEOR DE MINERAIS EM INFUSÕES DAS FOLHAS DE <i>Croton</i> L. (EUPHORBIACEAE) RELACIONADO AOS PERÍODOS SAZONAIS AMAZÔNICOS		
Tabela 1	Condições instrumentais para as análises dos minerais.....	75
Tabela 2	Teor de minerais na infusão das folhas dos táxons de <i>Croton</i> medicinais (mg/L).....	76
Tabela 3	Concentração de minerais (mg/L) calculados para uma xícara padrão de (200 ml) de infusão das folhas dos táxons de <i>Croton</i> medicinais para ingestão diária, segundo a OMS.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Aspectos morfológicos de espécies conhecidas como sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica. A: <i>C. cajucara</i> (sacaca branca), B: <i>C. cajucara</i> (sacaca vermelha), C: <i>C. sacaquinha</i> (sacaquinha).	22
	CAPÍTULO I - MORFOANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE ESPÉCIES DE SACACA (<i>Croton</i> L., EUPHORBIACEAE), OCORRENTES NA REGIÃO AMAZÔNICA	29
Figura 2	Características morfológicas de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica. A: <i>C. cajucara</i> (sacaca branca), B: <i>C. cajucara</i> (sacaca vermelha), C: <i>C. sacaquinha</i> (sacaquinha), D: detalhe dos tricomas na face abaxial de <i>C. sacaquinha</i> (sacaquinha).	37
Figura 3	Superfície foliar e mesofilo em microscopia de luz de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.). A: face adaxial. B: face abaxial, notar estômatos paracíticos <i>C. cajucara</i> (sacaca branca). C: mesofilo em seção transversal. D: parênquimas em <i>C. cajucara</i> (sacaca vermelha). E: mesofilo em seção transversal, F-G: idioblastos com cristais de drusas localizados no parênquima paliçádico e esponjoso (F) e apenas no parênquima paliçádico (G), ambos em <i>C. sacaquinha</i> .	39
Figura 4	Tipos de tricomas na superfície foliar em microscopia eletrônica de varredura de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.). A-B: tricomas dendríticos, notar distribuição (A) e arranjo (B). C: tricoma tector simples. D: tricoma glandular peltado, em <i>C. cajucara</i> (sacaca branca) e (sacaca vermelha). E-F: tricoma estrelado-lepidoto. G-H: tricoma estrelado-porrecto, em <i>C. sacaquinha</i> .	40
Figura 5	Margem e nervura central em microscopia de luz de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.). A: margem revoluta <i>C. cajucara</i> (sacaca branca em <i>C. sacaquinha</i> B: margem reta, em seção transversal. C: nervura central biconvexa em <i>C. cajucara</i> (sacaca vermelha). D: côncava-convexa nervura central de <i>C. sacaquinha</i> . E-F: nectários na base foliar, notar localização.	41
Figura 6	Lipídios totais nas folhas de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica. A: parênquima paliçádico e lacunoso. B: idioblasto, ambos em <i>C. cajucara</i> (sacaca branca); C: cutícula, D: idioblastos em <i>C. cajucara</i> (sacaca vermelha); em <i>C. sacaquinha</i> . E: tricoma estrelado e F: tricoma glandular.	43
Figura 7	Lipídios neutros e taninos nas folhas de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica. Lipídios neutros: A: idioblastos em <i>C. cajucara</i> “sacaca branca”. B: em <i>C. cajucara</i> “sacaca vermelha”; C: tricoma glandular de <i>C. sacaquinha</i> . Taninos D: pedúnculo dos tricomas estrelado em <i>C. cajucara</i> “sacaca branca”; E: parênquima xilemático em <i>C. cajucara</i> “sacaca vermelha”; F: no parênquima floemático das nervura em <i>C. sacaquinha</i> .	44
Figura 8	Composto fenólico e alcaloide nas folhas de espécies conhecidas por sacaca (<i>Croton</i> L.), na região Amazônica. Composto fenólico: A: Colênquima central em <i>C. cajucara</i> “sacaca branca”. B:	45

Parênquima paliçádico e lacunoso em *C. cajucara* “sacaca vermelha”. C: Parênquima paliçádico e lacunoso em *C. sacaquinha*. Alcalóide: D: Parênquima paliçádico e lacunoso em *C. cajucara* “sacaca branca”. E: Vasos chilemáticos em *C. cajucara* “sacaca vermelha”. F: Tricoma glandular em *C. sacaquinha*.

CAPÍTULO II – ASPECTOS FENOLÓGICOS, FITOQUÍMICOS E SAZONAIS EM FOLHAS DE *Croton* L. AMAZÔNICOS

Figura 1 Variação mensal de parâmetros meteorológicos para Belém: precipitação, umidade relativa do ar, temperaturas mínima, média compensada e máxima. Dados: INMET. 58

Figura 2 Variação mensal da insolação e precipitação para Belém-PA. Dados: INMET. 59

CAPÍTULO III – TEOR DE MINERAIS EM INFUSÕES DAS FOLHAS DE *Croton* L. (EUPHORBIACEAE) RELACIONADO AOS PERÍODOS SAZONAIS AMAZÔNICOS

Figura 1 Variação temporal da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar em Belém, Pará, dentre os anos de 1999 e 2009. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. 74

MORFOANATOMIA, FITOQUÍMICA, FENOLOGIA E DETERMINAÇÃO DE METAIS EM ESPÉCIES DE *Croton* L. MEDICINAIS

RESUMO

Visando ampliar o conhecimento de *Croton sacaquinha* e dois morfotipos de *Croton cajucara*, espécies de plantas medicinais de Euphorbiaceae, onde *Croton cajucara* consta na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde, este trabalho teve como objetivo geral caracterizar a morfologia, fitoquímica, fenologia, e o teor de metais de *Croton* medicinais, ambas cultivadas no Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental. Os resultados apontaram para várias estruturas morfoanatômicas que diferenciam os táxons como a presença de tricomas com diferentes formas (tufos, estrelados com células secretoras na base, cuminado com pelos adjacentes, simples aculeados). A fenologia dos táxons estudados, indicam que existe influência da sazonalidade, o que pode estar associado às características do clima amazônico. Já os minerais analisados nos dois períodos climáticos amazônicos mostraram um comportamento uniforme, seguindo a tendência de distribuição em ordem crescente: $K > Na > Mg > Ca > Mn > Zn > Cu > Fe$.

Palavras-chaves: Sacaca, sacaquinha, Amazônia, sazonalidade, Euphorbiaceae

ABSTRACT

To enhance understanding of *Croton sacaquinha* and two morphotypes *Croton cajucara*, species of medicinal plants Euphorbiaceae, where *Croton cajucara* included in the National List of Medicinal Plants of Interest the National Health System, this work aimed to characterize the morphology, phytochemical, phenology, and metal content *Croton* medicinal, both grown in the Garden of medicinal plants Amazônia Oriental. The results point to several morpho anatomical structures that differentiate taxa as the presence of trichomes with different shapes (tufts, starry with secretory cells at the base, cuminado with the adjacent, simple aculeate). The phenology of the studied taxa, indicate that there is influence of seasonality, which may be related to characteristics of the amazonian climate. Already analyzed minerals in two Amazonian climatic periods showed a uniform behavior, following the trend of distribution in ascending order: $K > Na > Mg > Ca > Mn > Zn > Cu > Fe$.

Keywords: Sacaca, sacaquinha, Amazon, seasonality, Euphorbiaceae

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil tem a maior biodiversidade de plantas do planeta, entre elas inúmeras com potencial medicinal, sendo encontrada nos diferentes ecossistemas (AZEVEDO, 2002). Essas plantas além de constituírem uma das fontes mais importantes de novas substâncias utilizadas diretamente como agentes medicinais, também fornecem modelos para modificações estruturais e otimização das propriedades farmacológicas (BRAZ FILHO, 2010).

Euporbiaceae Juss. está entre uma das maiores, mais complexas e diversificadas das Magnoliopsida, sendo encontradas em todo o mundo, ocupando os mais variados tipos de vegetação e habitats, especialmente nos trópicos e subtropicais da América e África (BARROSO, 1991; WEBSTER, 1994; JUDD et al., 2009).

Possui muitos representantes de interesse medicinal e comercial; tais como: látex, óleos e gorduras, condimentos, substâncias tóxicas, inseticidas, alucinógenos, fibras e madeira, além das plantas ornamentais, forrageiras e tintoriais, evidencia a importância dos estudos com plantas medicinais oferecendo um leque rico de possibilidades, podendo vir a suprir as necessidades das populações humanas (GUARIM NETO, 1994).

O gênero *Croton* L. destaca-se por sua diversidade morfológica inter e intra-específica, o que dificulta a delimitação de seus táxons. Diante disso, os caracteres vegetativos e florais são muitas vezes insuficientes para a caracterização de algumas espécies (BURGUER; HULF, 1995). Por esse motivo, trabalhos envolvendo fitoquímica, morfoanatomia e recentemente, citogenética e biologia molecular auxiliam na compreensão do grupo (SILVA, 2009).

Algumas espécies de *Croton* nativas da região Amazônica, são conhecidas como “sacacas” ou “sacaquinhas” (feitiço na língua Tupi), exibem semelhanças na morfologia e nas propriedades medicinais, entre elas *Croton cajucara* Benth, a qual vem sendo caracterizada por dois morfotipos (sacaca branca e sacaca vermelha) e *Croton sacaquinha* (KALIL FILHO et al., 2000; ABREU et al., 2001).

Atualmente existe pouca informação sobre *Croton sacaquinha*, já *Croton cajucara* é uma das espécies mais estudadas do gênero; na medicina popular as folhas e casca do caule são usadas como chá ou o pó em cápsulas para tratamento da diabetes, doenças hepáticas e gastrointestinais, distúrbios renais, diarreia, dor de estômago, febre, icterícia, malária e para diminuir o colesterol no sangue (PERAZZO et al., 2007; BERG, 2010). Apesar de ser considerada tóxica, Farias et al., (1996), descreveram ausência de toxicidade aguda no extrato hidroalcoólico das folhas. Embora seu uso deve ser feito com cautela, pois pode trazer

complicações ao fígado se estiver na forma concentrada (LORENZI; MATOS, 2002; REVILLA, 2002).

Entre os constituintes do óleo essencial em *Croton cajucara* encontra-se o linalol (um álcool terpênico) muito utilizado na indústria de perfumaria como fixador. Maia e Zoghbi (1998), sugerem que o linalol quando transformado em acetato de linalila torna-se um insubstituível fixador para as mais caras e importantes fragrâncias europeias; são encontrados também álcoois simples, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas e enxofre compostos (KALIL FILHO et al., 1998; SILVA et al., 2012). Os óleos apresentam potencial antibacteriano, antimicobacteriana, antiinflamatório e antifúngica, além de um poderoso antioxidante (BIGHETTI et al., 1999; RODRIGUES et al., 2010; AZEVEDO et al., 2013).

Pesquisas com *Croton cajucara* vêm demonstrando efeito positivo para atividade antiproliferativa (células cancerígenas), como a realizada por Maciel et al., (2007), onde mostrou exercer atividade antitumoral contra a linha de células leucêmicas K562. Azevedo (2010), avaliou a atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais de *Croton cajucara* (sacaca vermelha) e *Croton sacaquinha* e a obtenção de seus componentes bioativos. Foi observada ação sinérgica das substâncias da sacaquinha e, principalmente, entre o 7-hidroxi-calameneno e o linalol da sacaca vermelha; *Croton sacaquinha* não se mostrou eficiente contra os microrganismos testados, exceto para *M. tuberculosis*. Costa-e-Sousa et al., (2010), verificaram a atividade antinociceptiva do extrato de *Croton sacaquinha* e sugere que pode estar relacionada a mecanismos antiinflamatórios.

Existe um interesse crescente sobre o estudo e comportamento da composição de plantas medicinais, especialmente considerando aspectos da sazonalidade, tanto para constituintes orgânicos como para os inorgânicos. Visto que vários desses elementos são essenciais para o funcionamento do organismo, nutrição humana, além de apresentar propriedades terapêuticas (JAIN et al., 1992; BRANCO, 1998). Além disso, muitas destas plantas geralmente são indicadas somente pelos nomes populares. O problema do reconhecimento das plantas pelos nomes populares é que estes variam entre as localidades, dificultando ainda mais os estudos científicos (MOURA; MOURÃO, 2012).

Considerando a diversidade dos táxons, o potencial de uso pela população amazônica e comercialização de inúmeros produtos extraídos de *Croton* nativos, onde alguns desses ainda não foram estudados quanto à fenologia, composição mineral e aspectos da sazonalidade, este trabalho visa contribuir para o conhecimento de *Croton sacaquinha* e dois morfotipos de *Croton cajucara*, espécies de plantas medicinais de Euphorbiaceae. Para tanto,

está organizado em: introdução geral, fundamentação teórica e três capítulos. O primeiro relata informações sobre morfoanatomia e histoquímica dos taxa estudados; o segundo trata da fenologia e fitoquímica em períodos sazonais diferentes; o terceiro informa sobre o teor de metais considerando a sazonalidade; e por fim, a conclusão geral.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar a morfologia, a fenologia, o perfil fitoquímico e o teor de metais de *Croton sacaquinha* e dois morfotipos de *Croton cajucara* medicinais.

2.2 Específicos

Descrever, ilustrar e comparar morfoanatomicamente as folhas de *sacaquinha* e dois morfotipos de *Croton cajucara* medicinais;

Analisar a histoquímicas nas folhas de *Croton* medicinais;

Avaliar a fenologia (floração e frutificação) das espécies para os dois períodos climáticos amazônicos (+ chuvoso e – chuvoso);

Determinar o perfil fitoquímico das espécies para os dois períodos climáticos amazônicos (+ chuvoso e – chuvoso);

Identificar o teor de minerais em dois períodos climáticos diferentes (+ chuvoso e – chuvoso).

3 HIPÓTESES

1) Há diferença morfológica e histoquímica nas folhas dos taxa de sacaca (*Croton* L.) medicinais que auxiliem e facilitem a identificação das mesmas;

2) As fenofases (floração e frutificação) de *sacaquinha* e dois morfotipos de *Croton cajucara* medicinais são influenciadas pela sazonalidade;

3) Os compostos fitoquímicos estão relacionados com a sazonalidade;

4) O teor de minerais no chá das folhas está de acordo com o recomendado pela OMS, este valor é influenciado em função da sazonalidade.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Plantas Medicinais

O termo plantas medicinais refere-se às espécies vegetais que devido as suas potencialidades terapêuticas, foram incorporadas por diversos povos em suas culturas e que, posteriormente, foram criteriosamente estudadas tornando-se, assim, fonte inesgotável de

medicamentos aprovados e comumente utilizados a partir de uma rica fonte de novas substâncias com atividade biológica (DI STASI, 1996). De acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde) planta medicinal é todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semi-sintéticos (BULLETIN, 1998).

Embora a utilização de plantas para o tratamento da saúde humana ocorra desde os primórdios da civilização onde eram as principais fontes de drogas, após a Segunda Guerra Mundial muitos estudos foram direcionados para as drogas sintéticas o que atenuou o uso das plantas medicinais. Apesar disso, a partir dos anos 1980 foram retomados os estudos com plantas e seus constituintes (RATES, 2001; LAMEIRA et al., 2004).

O interesse por plantas medicinais e de produtos fitoterápico vem aumentando, favorecendo o segmento farmacêutico. Isso se deve principalmente em consequência da facilidade do acesso e baixo custo de aquisição (TYLER, 1996).

A OMS (2003) aponta para a necessidade de se identificar práticas seguras no uso de plantas medicinais; para De La Cruz (2005) é necessário fomentar uma estrutura adequada para aumentar o acesso da população aos medicamentos fitoterápicos.

No Brasil, algumas resoluções da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e decretos publicados reforçam a necessidade de garantir acesso aos produtos gerados por plantas medicinais. A resolução de 16 de março de 2004 visa à normatização do registro de medicamentos fitoterápicos.

No dia 22 de junho de 2006 foi publicado o Decreto nº 5813 que dispõe sobre a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (BRASIL, 2006a), a qual orienta para o acesso seguro, bem como o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos (BRASIL, 2006b). O Decreto nº 5813 estimula o desenvolvimento e consumo dos fitoterápicos, incentiva o cultivo, a formação técnico-científica, a formação e capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e inovações em plantas medicinais e fitoterápicas e estabelecer estratégias de comunicação para a divulgação do setor de plantas medicinal e fitoterápica (BRASIL, 2006a).

São necessários estudos multidisciplinares envolvendo etnobotânicos, químicos, farmacólogos e agrônomos (neste caso, no controle do cultivo de ervas medicinais) para que sejam ampliados os conhecimentos das plantas medicinais, como agem, quais são os seus efeitos tóxicos e colaterais, como seriam suas interações com novos medicamentos alopáticos e quais as estratégias mais adequadas para o controle de qualidade e produção de fitoterápicos, atendendo às novas normas das agências reguladoras ANVISA (2013).

Segundo Jardim e Medeiros (2006) tais estudos são importantes para poder identificar os componentes químicos e assim, criar alternativas de aplicabilidade na saúde de populações locais, e testar suas respectivas ações farmacológicas baseadas no saber popular local ou usos locais.

Quando falamos em cultivo de plantas medicinais estamos conservando a biodiversidade, a saúde humana, o alimento, a economia, o resgate do conhecimento popular, a organização, a participação social, o gênero e a geração. Além disso, o consumo de plantas medicinais ou de medicamentos a base de plantas ocorre em todas as classes sociais no Brasil e no mundo (KELLER, 1990).

Como apoio ao consumo no Brasil, foram divulgadas 95 espécies na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), dos táxons do presente estudo *C. cajucara* consta entre elas (BRASIL, 2009).

4.2 Considerações Taxonômicas

4.2. 1 Euphorbiaceae

O sistema Engler (1964) classificou as Euphorbiaceae na classe Dicotyledoneae, subclasse Archychlamydeae, ordem Geraniales e subordem Euphorbiineae. No sistema de Takhtajan (1969), as Euphorbiaceae pertencem a classe Magnoliopsida, subclasse Dilleniidae, superordem Euphorbianaes, ordem Euphorbiales. Na classificação das Magnoliopsidas, proposta por Cronquist (1981), as Euphorbiaceae foram incluídas na subclasse Rosidae, sendo a maior das quatro famílias da ordem Euphorbiales. Webster (1994) propôs uma classificação infrafamília, representando melhor as relações filogenéticas em relação aos sistemas mais antigos, dividindo as Euphorbiaceae em cinco subfamílias separadas em dois grandes grupos informais, com base no número de óvulos: com dois óvulos (Phyllanthoideae e Oldfieldioideae) e com um óvulo (Acalyphoideae, Crotonoideae e Euphorbioideae).

O APG (1998) posicionou as Euphorbiaceae na ordem Malpighiales; depois, APG (2003) repartiu em três famílias: Euphorbiaceae formado pelas uniovuladas (Euphorbioideae, Crotonoideae e Acalyphoideae), as biovuladas foram classificadas em duas famílias: Phyllanthaceae (Phyllanthoideae) e Picrodendraceae (Oldfieldioideae); as Euphorbiaceae *sensu lato* permanecem na ordem Malpighiales, na linhagem Rosids, subordinado ao clado fabids (APG III, 2009).

O sistema adotado, neste estudo, é o de Webster (1994), onde a classificação infrafamília está organizada em cinco subfamílias, 49 tribos, 317 gêneros e 8.000 espécies.

4.2.2 *Croton* L.

Croton é um dos maiores gêneros das Euphorbiaceae, com cerca de 1.200 espécies nos trópicos e subtropicais, a maioria distribuída nas Antilhas e América do Sul, e poucas na América do Norte (WEBSTER, 1994, GOVAERTS et al., 2000).

Croton foi proposto por Linnaeus em 1753 ao descrever 13 espécies da Ásia e África na primeira edição de *Species Plantarum*. Sendo revisto por diversos estudiosos (BAILLON 1858; MUELLER 1866; 1873; BENTHAM, 1880), destacando-se Webster (1993, 1994, 2001). O nome significa “carrapato”, pela semelhança das sementes com o inseto (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002; LORENZI; MATOS, 2002).

Taxonomicamente esse gênero é de difícil classificação devido ao seu elevado número de espécies, problemas de delimitação específica, de nomenclatura e polimorfia de seus representantes (WEBSTER, 1993). Diversos novos táxons de *Croton* têm sido propostos para o Brasil desde a revisão de Müller (1873) na “Flora Brasiliensis”, o qual forneceu descrições, comentários e distribuição geográfica de 275 espécies.

Estudos em filogenia posicionam *Croton* na tribo Crotoneae por apresentar dobramento dos filetes no botão floral associados às inflorescências tirsoideas e às pétalas reduzidas nas flores pistiladas. Apesar do grande número de espécies e da grande diversidade morfológica, é considerado um táxon monofilético (BERRY et al., 2005; WURDACK et al., 2005).

4.3 Morfologia de *Croton*

Suas espécies são árvores, arbustos, subarbustos, ervas ou lianas, geralmente monoicas, algumas vezes dióicas, com tricomas de diversas formas (simples, estrelados, lepidotos e variações de tais tipos), em geral as inflorescências com as flores pistiladas na base e as estaminadas no ápice, os estames dobrados no botão floral e as pétalas das flores pistiladas reduzidas, obsoletas ou ausentes. Tem como característica diagnóstica a presença de um óvulo em cada lóculo do ovário, além de látex ou resina e sementes carunculadas na maioria dos seus representantes (SECCO; BERRY, 2013).

As espécies desse gênero são geralmente odoríferas e contêm um látex cáustico que causa dermatite e que pode ser venenoso (ABREU et al., 2001). Existem espécies que exibem semelhanças morfológicas, entre elas *Croton cajucara* Benth. e *C. sacaquinha* Croizat (Figura 1).



Figura 1: Aspectos morfológicos de espécies conhecidas como sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica. A: *C. cajucara* (sacaca branca), B: *C. cajucara* (sacacavermelha), C: *C. sacaquinha* (sacaquinha).

4.4 Anatomia de *Croton*

Estudos anatômicos centrados em espécies do gênero *Croton* são escassos. Webster et al., (1993) realizaram a revisão de 36 seções do gênero, auxiliando na identificação e nos estudos de ontogenia da grande diversidade morfológica dos tricomas.

A primeira classificação dos tricomas em *Croton* foi proposta por Froembling (1896), que reconheceu, nas 132 espécies analisadas, a ocorrência de cinco tipos: estrelado, lepidoto, fasciculado ou rosulado, fasciculado-estipitado e dendrítico. Inamdar e Gangadhara (1977), estudando os tricomas foliares de 53 espécies da família Euphorbiaceae, registraram os tipos estrelados e lepidotos em *Croton bonplandianum* Baill. e *C. oblongifolius* Roxb. Analisando 120 espécies; Webster et al., (1996) revisaram os tipos de tricomas propostos por Froembling (1896) e acrescentaram, ainda, subdivisões ao tipo lepidoto, além do tipo glandular. Os tricomas foram considerados por Lucena e Sales (2006) uma característica morfológica importante entre os táxons do gênero.

São poucos os estudos enfocando os aspectos morfoanatômicos das glândulas encontradas em muitas espécies de *Croton*. Essas estruturas exibem grande variedade de formas e tamanhos, as quais podem revelar importantes características para auxiliar a classificação do gênero (WEBSTER, 1993). Outros trabalhos com anatomia foram realizados por Freitas (1997) e Freitas et al., (2000, 2001).

Mendonça et al., (2008) demonstraram, além da anatomia, a constituição do óleo em *Croton cajucara*, como contribuição para estudos fitoquímicos e fisiológicos, destacando-se as estruturas secretoras de óleo essencial.

Guimarães (2006) estudou sete espécies das seções *Cyclostigma* e *Luntia* ocorrentes na Amazônia brasileira, o qual verificou os tipos e a posição dos tricomas nas folhas e flores

associado à presença ou ausência de pétalas são importantes na identificação das espécies estudadas.

4.5 Química de *Croton*

A química do gênero *Croton* a partir de estudos fitoquímicos demonstrou o isolamento de diversos metabólitos secundários como alcalóides, flavonóides e terpenóides incluindo pimarano, kaurano, labdano, cembrano, cleistanano e clerodano (SOUZA et al., 2006; COSTA et al., 2007; PUDHOM; SOMMIT, 2011).

Nas cascas do caule de *C. levatii* foi isolado um diterpenóide neoclerodane, a levatina (MOULIS et al., 1992); das partes aéreas de *C. cortesianus* foram isolados o clerodano; a printziano e um norclerodano (SIEMS et al., 1992); e das cascas das raízes do *C. rhamnifolius* e nas raízes do *C. rhamnifolioides* a presença de proantocianidinas condensadas e leucoantocianidinas (RANDAU et al., 2004).

Craveiro et al., (1981) publicaram um extenso estudo sobre óleos essenciais de espécies de várias famílias, inclusive Euphorbiaceae, com 23 espécies de *Croton* L., destacando-se *C. eleuteria* Bennet., a qual fornece óleo essencial em escala comercial para o preparo de substâncias aromáticas e bebidas amargas.

Sousa et al., (2006) analisou a presença de sesquiterpenos o que foi comprovada no óleo fixo obtido das cascas do caule de *C. cajucara*, tendo sido evidenciado que o α -copaeno (20,1%) e cipereno (21,8%) são os componentes majoritários (70% de percentual sesquiterpénico total) deste óleo. Dentre os sesquiterpenos minoritários mais oxigenados, destaca-se o linalol. Adicionalmente, foram confirmadas a presença de ácidos graxos, misturas de esteróis e os diterpenos bioativos *trans*-crotonina, *cis*-cajucarina B e *trans*-cajucarina B.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. S.; BARBOSA, O. S.; MULLER, A. H.; GUILHON, G. M. S. P. **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA** v.1, n.1. 2001. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/revistaic>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

ANVISA: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>www.anvisa.gov.br. Acesso em: 14 agos de 2013.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An ordinal classification for the families of flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 85, p. 531–553, 1998.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 399–436, 2003.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.

AZEVEDO, C. D. **Plantas medicinais e aromáticas**. Niterói, PESAGRO-RIO. Documentos, 81, 4 p. 2002.

AZEVEDO, M. M. B. de. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais de *Croton cajucara* Benth. e *Croton sacaquinha* Croizat. e obtenção de seus componentes bioativos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos, Rio de Janeiro: UFRJ, xii, 2010. 44 f.

AZEVEDO, M. M. B.; CHAVES, F. C. M.; ALMEIDA, C. A.; BIZZO, H. R. DUARTE, R. S.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.; ALVIANO, C. S.; ALVIANO, D. S. Antioxidant and Antimicrobial Activities of 7-Hydroxy-alamenene-Rich Essential Oils from *Croton cajucara* Benth. **Molecules**, 18, p. 1128-1137, 2013.

BAILLON, H. Recueil périodique d'observations botaniques. **Adansonia**. v. 1, p. 182-187, 1860.

BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. UFV, Viçosa, v2, 2. ed. 376 p. 1991.

BENTHAM, G. Euphorbiaceae. In: G. Bentham e J. D. Hooker, J (Eds.). **Genera Plantarum**. 1880. v. 3, p. 239-340.

BIGHETTI, E. J.; HIRUMA-LIMA, C. A.; GRACIOSO, J. S.; SOUZA-BRITO, A. R. M. Antiinflammatory and antinociceptive effects in rodents of the essential oil of *Croton cajucara* Benth. **Journal Pharm Pharmacol**, v. 51, p. 1447-1453, 1999.

BERRY, P. E.; HIPPI, A. L.; WURDACK, K. J.; VAN, E. E.; RIINA, R. B. E. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and trnL-trnF DNA sequence data. **American Journal of Botany**, v. 9 p. 1520-153, 2005.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria nº 971 de 3 de maio de 2006. Brasília, 2006a.

BRASIL. **Decreto Presidencial nº 5813**, de 22 de junho de 2006. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS. Brasília, 2006b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RENISUS - Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Espécies vegetais**. DAF/SCTIE/MS - RENISUS - 2p. fev/2009. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RENISUS.pdf>>. Acesso: 10 ago. 2013.

- BRAZ FILHO, R. Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 229-239, 2010.
- Bulletin of the World Health Organization. Regulatory situation of herbal medicines. A worldwide review. Geneva, 1998. *whqlibdoc*. Disponível em: <WWW.who.int/hq/1998/WHOTRM98.1.pdf>. Acesso em: 10 de mai. 2012
- BURGER, W.; HUFT, M. Flora costaricensis: Euphorbiaceae. **Fieldiana, Bot.** v.36, p. 1-169, 1995.
- COSTA, M. P.; SANTOS-MAGALHÃES, N. S.; GOMES, F. S.; MACIEL, M. A. M. Uma revisão das atividades biológicas da trans-desidrocrotonina, um produto natural obtido de *Croton cajucara*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.2, p.141-148, 2007.
- CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J.W.; MACHADO, M. I. L. Óleos essenciais de plantas do nordeste. Fortaleza: EUFC, 1981. 209p.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York:Columbia University, 1981.1262 p.
- DE LA CRUZ, M. G. (Org.). O acesso aos fitoterápicos e plantas medicinais e a inclusão social – diagnóstico situacional da cadeia produtiva farmacêutica no Estado do Mato Grosso. Fitoplama, Secretaria de Estado da Saúde, Governo do Mato Grosso, Brasil, 2005.
- DI STASI, L. C. **Plantas Medicinais: Arte e Ciência: Um Guia de Estudos Multidisciplinar**. São Paulo: Ed. Universidade Paulista. 1996. 215p.
- DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2.ed. São Paulo: UNESP, 2002. 604 p.
- ENGLER, A. **Syllabus de pflanzenfamilien-angiospermenn**. Berlim: Gebruder Borntraeger,1964. 666p.
- FARIAS, R. A. F.; ORIÁ NETO, M. F.; VIANA, G. S. B.; RAO, V. S. N. Effects of *Croton cajucara* Extract on serum lipids of rats fed a high fat diet. **Phytother. Res.**, v.10, p. 697-699, 1996.
- FREITAS, L., 1997. Os nectários de *Croton sarcopetalus* Müll Arg. (Euphorbiaceae) e seu papel na biologia reprodutiva. M. S. Thesis. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- FREITAS, L.; GALETTO, L.; BERNARDELLO, G.; PAOLI, A. A. S. Ant exclusion and reproduction of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). **Flora**, v. 195, p. 398-402. 2000.
- FREITAS, L.; BERNARDELLO, G.; GALETTO, L. e PAOLI, A. A. S. Nectaries and reproductive biology of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). **Botanyc. Journal Linneu. Soc**, v. 136, p. 267-277, 2001.
- FROEMBLING, W. **ANATOMISCHE – systematische Untersuchung von Blatt und Axe der Crotoneen und Euphyllanthee**. Inaug-Desert. Geber. Gotthelft. Cassel and in Bot., 1986.

- GOVAERTS, R.; FRODIN, D.G.; RADCLIFFE-SMITH, A. World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae) **Kew Royal Botanical Gardens**, v.1-4. 2000.
- GUARIM NETO, G. **Flora dos estados de Goiás e Tocantins**. Goiânia: Ed. UFG, 61p. (coleção Rizzo: Euphorbiaceae), 1994.
- GUIMARÃES, L. A. C. O Gênero *Croton* L. secção *Cyclostigma* Griseb. e secção *Luntia* (Raf.) G. L. Webster (Euphorbiaceae) ocorrentes na Amazônia Brasileira. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2006.
- INAMDAR, J. A.; GANGADHARA, M. Studies on the trichomes of some Euphorbiaceae. *Reprint Species Novarum Regni, Vegetabili*. v. 88, n.1-2, p. 103-111. 1977.
- JAIN, N.; SHAHOO, R. K.; SONDHI, S. M. Analysis for Mineral Elements of Some **Medicinal Plants**. *Indian Drugs*. v. 29, n.4, p.187-191, 1992.
- JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. 2006. Plantas oleaginosas do Estado do Pará: composição florística e usos medicinais. **Revista Brasileira de Farmácia**. v. 87, n.1, p. 124-127
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLONGG, E. A.; STEENS P. F. e DONOGUE, M. J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed. 612 p., 2009.
- KALIL FILHO, A. N.; LUZ, A. I. R.; SOBRINHO, A. F.; WOLTER, E. L. A.; PEREIRA, Jr. O. L. Conservação de germoplasma de sacaca (*Croton cajucara* Benth.), uma nova fonte de linalol para a Amazônia Ocidental. Manaus: EMBRAPA-CPAA, (EMBRAPA-CPAA. Pesquisa em Andamento, 39), 3 p., 1998.
- KALIL FILHO, A. N.; KALIL, G. P. C.; LUZ, A. I. R. Conservação de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais da Amazônia brasileira para uso humano. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 50), 4p., 2000.
- KELLER, J., **Sprink and Trickler Irrigation**. Published by Nostrand Reinhold. New York, 1990. 652 p.
- LAMEIRA, O. A. et al.. 2004. Plantas Medicinais: Uso e Manipulação. **Comunicado Técnico**, 128, Belém - PA.
- LINNAEUS, C. V. **Species Plantarum**. Londres, Ray Society, v. 2, p. 1004-1005, 1753.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Nova Odessa, 2002.
- LUCENA, M. F. A. e SALES, M. F. Tricomas foliares em espécies de *Croton* L. (Crotonoideae-Euphorbiaceae). **Rodriguésia**, v. 57 (1), p. 11-25, 2006.
- MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B. **Óleos Essenciais da Amazônia: Inventário da Flora Aromática**. In: FARIA, L. J. G.; COSTA, C. M. L. (org). Tópicos Especiais em Tecnologia de Produtos Naturais, UFPA/NUMA/POEMA, 302p. Belém, 1998.

- MACIEL, M. A. M.; MARTINS, J. R.; PINTO, A. C.; KAISER, C. R.; ESTEVES-SOUZA, A.; ECHEVARRIA, A. Natural and semi-synthetic clerodanes of *Croton cajucara* and their cytotoxic effects against Ehrlich carcinoma and human k562 leukemia cells. **J Braz Chem Soc** v.18, p. 391-396, 2007.
- MENDONÇA, M. S. L.; ILKIU-BORGES, F.; SOUZA, M. C. Anatomia foliar de *Croton cajucara* Benth. (Euphorbiaceae) como contribuição ao estudo farmacognóstico de plantas da região amazônica. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.2, p.18-25, 2008.
- MOURA, V. M. de, MOURÃO, R. H. V. Aspectos do ofidismo no Brasil e plantas medicinais utilizadas como complemento à soroterapia. **Scientia Amazonia**, v. 1, n.3,- 2012. Revista on-line <http://www.scientia.ufam.edu.br>. Acesso em: 20 nov 2013.
- MOULIS, C.; BON, M.; JAUD, J.; FOURASTE, I. Crovatin, a furanoid diterpene from *Croton levatii*. **Phytochemistry**, v.31,n.4, p.1421-1423, 1992.
- MUELLER, J. A. Euphorbiaceae. In: A. de Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. vol. 15, section 2: 189-1286. **Fortin Masson**, Paris, 1866.
- MUELLER, J. A. *Croton*. In: C.F.P. Martius e A.G. Eichler (eds.). **Flora Brasiliensis**, v. 11, p. 81-274. 1873.
- PERAZZO, F. F.; CARVALHO, J. C. T.; RODRIGUES, M.; MORAIS, E. K. L.; MACIEL, M. A. M. Comparative anti-inflammatory and antinociceptive effects of terpenoids and aqueous extract obtained from *Croton cajucara* Benth. **Revista Brasileira de Farmacognósia**. v.17, p. 521-528, 2007.
- PUDHOM, K.; SOMMIT, D. Clerodane diterpenoids and a trisubstituted furan from *Croton oblongifolius*. **Phytochem. Lett.** v.4, p. 147-150, 2011.
- RANDAU, K. P., FLORÊNCIO, D. C., FERREIRA, C. P., XAVIER, H. S. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax e Hoffm. **Revista Brasileira de Farmacognósia**. v.14, p. 89-96, 2004.
- RATES, S. M. K. Plants as source of drugs. **Toxicon**, v.39, p.603-13, 2001.
- REVILLA, J. **Plantas Úteis da Bacia Amazônica**. MANAUS: SEBRAE/AM, INPA, 2002
- RODRIGUES, G.; MARCOLIN, E.; BONA, S.; PORAWSKI, M.; LEHMANN, M.; MARRONI, N. P. Effects of *Croton cajucara* Benth (sacaca) in diabetic rats. **Arq Gastroenterol.** v. 47, p. 301-305, 2010.
- SECCO, R. S.; BERRY, P. E. Novidades sobre a morfologia floral e distribuição geográfica de *Croton pycnadenius* Müll. Arg. (Euphorbiaceae s.s.) **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 297-300, jul./set. 2013.
- SIEMS, K. X. A.; DOMINGUEZ, Y J. Diterpenes from *Croton cortesianun*. **Phytochemistry** 31:29055-2058. 1992.

SILVA, J. S. O gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae) em Pernambuco, com ênfase nas espécies da microrregião do Vale do Ipanema. Dissertação (Mestrado em Botânica), 2009, 163 f.

SILVA, F. R. da, WISNIEWSKI-JUNIOR, A.; CECHINEL-FILHO, V.; NUNES, D. S. Chemical composition of essential oil from the bark of *croton cajucara* Benth. **Acta Scientiarum**. Technology maringá, v. 34, n. 3, p. 325-329, july-sept., 2012.

SOUZA, M. A. A.; SOUZA, S. R.; VEIGA, J. R. V. F.; CORTEZ, J. K. P. C.; LEAL, R. S.; DANTAS, T. N. C.; MACIEL, M. A. M. Composição química do óleo fixo de *Croton cajucara* e determinação das suas propriedades fungicidas. **Revista Brasileira de Farmacognósia**. v. 16 (Supl.), p. 599-610, 2006.

TAKHTAJAN, A. **Flowering plants**: origin and dispersal. translated by C. Jeffrey. Washington: Smithsonian Institution, 1969. 310 p.

TYLER, V. E. Natural products and medicine: an overview. In: BALICK, M. J.; ELISABETSKY, E.; LAIRD, S.A., eds. Medicinal resources of the tropical forest, biodiversity and its importance to human health. New York: Columbia University Press, (Biology and resource management series), p.3-10. 1996.

WEBSTER, G. L. A provisional synopsis of the section of the genus *Croton* (Euphorbiaceae). **Taxon**, v.42, p. 793-823, 1993.

WEBSTER, G.L. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Ann. Missouri Botanical Garden**. v. 81, p. 33-144, 1994.

WEBSTER, G. L.; DEL-ARCO-AGUILAR, M. J.; SMITH, B. A. Systematic distribution of foliar trichome types in *Croton* (Euphorbiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, n.121, p. 41-57, 1996.

WEBSTER, G. L. Synopsis of *Croton* and *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) in Western Tropical Mexico. **Contributions from the University of Michigan Herbarium** v. 23, p. 353-388, 2001.

WURDACK, K. J.; HOFFMANN, P.; CHASE, M. W. Molecular phylogenetics analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid *rbcl* and *trnL-F* DNA sequences. **American Journal of Botany** v. 92, p.1397-1420, 2005.

CAPÍTULO I - MORFOANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE ESPÉCIES DE SACACA (*Croton* L., EUPHORBIACEAE) OCORRENTES NA REGIÃO AMAZÔNICA

RESUMO: As espécies de *Croton* nativas da região Amazônica são conhecidas como "Sacacas", as quais exibem semelhanças morfológicas e de suas propriedades medicinais, sendo utilizadas no combate à febre, inflamações, colesterol, diarreias, diabetes, problemas digestivos, tratamento da malária, dentre outros. Este estudo objetivou caracterizar a anatomia foliar de dois morfotipos de *Croton cajucara* e *C. sacaquinha*, a fim de estabelecer parâmetros de distinção entre as espécies e, por conseguinte, contribuir para o uso seguro de *C. cajucara*, uma das espécies da RENISUS. Amostras foram coletadas no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, analisadas morfológicamente e segundo técnicas usuais em anatomia vegetal e de microscopia eletrônica de varredura. As folhas são simples, alternas, com base arredonda a cuneada. Em ambas as espécies os estômatos são paracíticos. A nervura central é biconvexa e o sistema vascular distingue as duas espécies. Em todas as seções, foi possível notar a presença de idioblastos e cristais de oxalato de cálcio. Os táxons reagiram positivos para os seguintes compostos: lipídios totais, lipídios neutros, substâncias fenólicas, taninos e alcalóides em diferentes localizações das folhas. Os caracteres morfoanatômicos e histoquímicos observados nos dois tipos de *C. cajucara* e *C. sacaquinha* as distinguem e, portanto, são úteis para a autenticidade botânica.

Palavras-chave: *Croton cajucara*, *Croton sacaquinha*, Morfotipos, Medicinais, Histoquímica.

ABSTRACT

The *Croton* species native to the Amazon region, are known as "sacacas", which exhibit morphological and its medicinal properties similarities, being used to combat fever, inflammation, cholesterol, diarrhea, diabetes, digestive problems, treatment of malaria, among others. This study aimed to characterize the leaf anatomy of two morphotypes *Croton cajucara* and *C. sacaquinha*, to establish parameters for distinguishing between species and therefore contribute to the safe use of *C. cajucara*, species in the RENISUS. Samples were collected in the Garden of Medicinal Plants of Embrapa Amazônia Oriental, analyzed morphologically and by usual techniques of plant anatomy, scanning electron microscopy and histochemistry. The leaves are simple, alternate, based round the cuneada. In both species the stomata are paracytic. The midrib is biconvex and vascular system distinguishes the two species. In all sections, it was possible to note the presence of idioblasts and crystals of calcium oxalate. The taxa reacted positive for the following compounds: total lipids, neutral lipids, phenolic compounds, tannins and alkaloids in leaves of different locations. Histochemical and morphological and anatomical characteristics observed in the two types of *C. cajucara* and *C. sacaquinha* distinguish and therefore the botany are useful for authenticity.

Keywords: *Croton cajucara*, *Croton sacaquinha*, Morphotypes, Medicinal, Histochemistry.

1 INTRODUÇÃO

Euphorbiaceae Juss. é representada por várias espécies de uso medicinal, muitas delas pertencem ao gênero *Croton* L., o qual possui aproximadamente 1.200 espécies, a maioria distribuída nas Antilhas, América do Norte e do Sul (WEBSTER, 1994; WEBSTER et al., 1999). No Brasil, cerca de 314 espécies estão distribuídas na região Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (CORDEIRO et al., 2013).

Algumas espécies de *Croton* nativas da região Amazônica são conhecidas como “sacacas” ou “sacaquinhas”, as quais exibem semelhanças morfológicas e de suas propriedades medicinais, entre elas *Croton cajucara* Benth. e *C. sacaquinha* Croizat, as quais vêm sendo indicadas para combater febre, inflamações em geral, colesterol alto, diarreias, diabetes, emagrecimento, problemas digestivos, tratamento da malária, dentre outros (DI STASI et al., 1989; KALIL FILHO et al., 2000; BERG, 2010). Ademais, *Croton cajucara* é a espécie que consta na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (BRASIL/RENISUS, 2009).

Suas folhas são comercializadas *in natura* ou como fitoterápicos (MACIEL, et al., 2002). As sacacas, apesar de apresentarem um amplo uso e interesse medicinal, ainda ocasionam equívocos sobre a identificação apropriada, principalmente devido ao gênero *Croton* possuir um elevado número de espécies, onde são frequentes os problemas de delimitação específica, nomenclaturais e de polimorfismos, dificultando o reconhecimento dos *taxa* e culminando na descrição de espécies novas, quando na realidade se tratam de variantes morfológicas de táxons já conhecidos (LUCENA; ALVES, 2010), sendo considerado por muitos pesquisadores como “gênero problema” (LIMA e PIRANI, 2008).

Espécies de *Croton* e suas substâncias bioativas vêm sendo estudadas na química, farmacologia e etnofarmacologia (MACIEL et al., 2000; SALATINO et al., 2007). CHAVES et al., (2006) avaliaram o rendimento e a composição do óleo essencial das folhas da sacaca (*C. cajucara*), com dois morfotipos, a “sacaca vermelha” e a “sacaca branca”, verificando que existem variações quantitativas e qualitativas dos mesmos. Além disso, também sugeriram a existência de dois quimiotipos dessa espécie (KALIL FILHO et al., 2000).

Entretanto, não há estudos anatômicos que as diferencie para assegurar sua autenticidade botânica, uma exigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL/ANVISA/RDC 14, 2010).

Em virtude da semelhança quanto aplicações e nas denominações populares de representantes do gênero, estudos envolvendo a morfoanatomia e histoquímica foliar tornam-

se uma importante ferramenta para diferenciação e certificação das espécies conhecidas como sacacas na região Amazônica do Brasil bem como fornecer informações adicionais sobre espécies deste gênero. Assim, o presente estudo teve por objetivo realizar a análise morfoanatômica e histoquímica foliar comparada dos morfotipos "sacaca branca" e "sacaca vermelha" de *Croton cajucara* e de *C. sacaquinha* "sacaquinha", para fins distintivos, que auxiliem na autenticidade botânica de *Croton cajucara*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de *Croton cajucara* Benth. "sacaca branca" e "sacaca vermelha" e *C. sacaquinha* Croizat "sacaquinha" foram coletadas no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental (1°27'21" S a 48°30'14" W) e incorporadas no herbário João Murça Pires do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG) sob os números de registro: MG 203399, 203400 e 203401, respectivamente. A identificação dos táxons foi realizada por comparação com o material herborizado, certificados por especialistas, e diagnoses existentes na literatura. A terminologia utilizada para as estruturas morfológicas está baseada nos trabalhos de Rizzini (1977) e Webster (1994). As ilustrações foram feitas com o auxílio de câmara clara acoplada ao estereomicroscópio Zeiss.

Para a análise anatômica, folhas do 3° ao 5° nó, do ápice para a base, foram seccionadas nas regiões apical, mediana e basal e fixadas em FAA (formalina, ácido acético, álcool etílico 70%) por 24 h (JOHANSEN, 1940). As amostras foram desidratadas em série de butanol terciário, incluídas em parafina (JOHANSEN, 1940) e posteriormente seccionadas em micrótomo rotativo RM 2245 Leica. As seções transversais e paradérmicas, com 10-14µm de espessura, foram coradas com azul de astra (0,5%) e safranina (1%) (GERLACH, 1984) e montadas em Permout. As fotomicrografias foram obtidas através de câmera digital acoplada ao microscópio de luz Axiolab Zeiss.

Para a análise em microscopia eletrônica de varredura, as amostras foram desidratadas em série de álcool etílico, secas através de ponto crítico de CO₂ e metalizadas com uma camada de ouro de aproximadamente 15 nm de espessura (ROBARDS, 1978). As eletromicrografias foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura Leo 1450 VP, com aceleração de voltagem de 12 kV.

Os testes de histoquímica foram realizados para identificação de lipídios totais, lipídios neutros, taninos, alcaloides e compostos fenólicos. Os cortes ocorreram em folhas adultas, do 3° ao 5° nó, à mão livre, foram colocados em água destilada, a seguir, os cortes

foram submetidos à clarificação com hipoclorito de sódio 50%, sendo então lavados em água destilada e transferidos para as lâminas sendo retirado o excesso de água com o auxílio de papel filtro; os reagentes referentes a cada teste foram instilados sobre os cortes em suas respectivas lâminas, o excesso foi retirado com papel filtro para então finalizar a montagem da lâmina com glicerina 50% cobrindo-se o corte com lamínula, seguindo-se de vedação com esmalte (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Os lipídios totais foram visualizados a partir de uma solução de vermelho Sudan IV instilada sobre os cortes aguardando-se 1 a 2 minutos para a montagem das lâminas (PEARSE, 1985). Para detecção dos lipídios neutros os cortes foram submetidos ao Sulfato azul do Nilo (CAIN, 1947). Para identificação de compostos fenólicos, os cortes foram submetidos à solução de cloreto férrico (FeCl_3) 10% (JOHANSEN, 1940) durante 2 minutos, em seguida montados na lâmina. Nos taninos, utilizou-se vanilina clorídrica (MACE; HOWELL 1974). Nos alcaloides o reagente de Dragendorff foi instilado sobre os cortes, aguardando-se 1 a 2 minutos para então finalizar a montagem das lâminas (SVENDSEN; VERPOORTE, 1983). As fotomicrografias foram obtidas através de câmera digital acoplada ao microscópio de luz Axiolab Zeiss.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se nos resultados obtidos em folhas de *Croton cajucara* Benth. “sacaca branca” e “sacaca vermelha” e *C. sacaquinha* “sacaquinha” as análises morfoanatômicas e histoquímicas possibilitaram a caracterização das espécies analisadas, assim como a ilustração dos locais de acúmulo dos compostos secundários.

Análise morfológica

A avaliação morfológica dos táxons de *Croton* revelaram elementos comuns da família Euphorbiaceae, bem como características distintas, importantes para a auxiliar na diagnose. De acordo com Angelo et al., (2005), *C. cajucara* podem ser morfológicamente classificadas como brancas ou vermelhas, de acordo com a cor das folhas, especialmente folhas jovens nos galhos recém-desenvolvidos. As folhas de sacacas analisadas apresentaram-se simples, alternas e concolores no morfotipo branco e discolores no morfotipo vermelho de *C. cajucara* e de *C. sacaquinha*; consistência papirácea no morfotipo branco de *C. cajucara* e de *C. sacaquinha*, cartácea no morfotipo vermelho de *C. cajucara*; elípticos a elíptico-

oblongas no morfotipo branco e elíptico-lanceolada no vermelho de *C. cajucara* e lanceoladas em *C. sacaquinha*; ápice acuminado no morfotipo branco e estreitamente-acuminado no morfotipo vermelho de *C. cajucara* e agudo em *C. sacaquinha*; base arredondada nos morfotipo branco e vermelho de *C. cajucara* e cuneada em *C. sacaquinha*; face adaxial com tricomas nas nervuras primárias, 3-9 pares de nervuras secundárias, na face abaxial proeminentes, face adaxial levemente proeminentes do morfotipo branco de *C. cajucara* e 5-12 pares de nervuras secundárias, na face abaxial proeminentes, face adaxial levemente proeminentes no morfotipo vermelho de *C. cajucara*. Enquanto, 6-15 pares de nervuras secundárias, na face abaxial proeminentes em *C. sacaquinha*; a face abaxial é coberta de tricomas no morfotipo vermelho de *C. cajucara* e de *C. sacaquinha*; Venação eucamptódroma nos morfotipos de *C. cajucara* e *C. sacaquinha*. Um par de glândulas postas com formato elíptico na base do limbo dos morfotipos de *C. cajucara* (Figuras 2A-D, Tabela 1).

Análise anatômica

Lâmina foliar - A superfície dos morfotipos "sacaca branca" e "sacaca vermelha" de *Croton cajucara* e *C. sacaquinha*, em vista frontal, apresenta células heterodimensionais (Figura 3A), parede anticlinais levemente onduladas, revestidas por cutícula lisa e delgada. A folha de *C. cajucara* e *C. sacaquinha* é anfihipoestomática com estômatos do tipo paracítico (Figura 3B, Tabela 1). Tricomas tectores (simples, dendríticos, estrelados-lepidotos e estrelados-porrectos) e glandulares (peltados) foram observados ocorrendo distintamente nas amostras analisadas (Tabela 1). Os tricomas dendríticos (Figuras 5A-B) e simples (Figura 4C) foram observados na região adaxial e abaxial do morfotipo branco e apenas na abaxial do morfotipo vermelho de *C. cajucara* (Figura 4B), enquanto os tricomas estrelados-lepidotos (Figuras 4E-F) e estrelados-porrectos (Figuras 4G-H) ocorrem em ambas às superfícies de *C. sacaquinha*. Já os tricomas glandulares peltados foram observados em todas as amostras analisadas (Figura 4D).

Segundo Metcalfe e Chalk (1950), existe grande variação anatômica em correlação com a diversidade de habitat. Nas folhas dos morfotipos "sacaca branca" e "sacaca vermelha" de *Croton cajucara* e *C. sacaquinha*, em vista frontal, encontra-se células heterodimensionais, parede anticlinais levemente onduladas, revestidas por cutícula lisa e delgada, a exemplo de outras espécies do gênero (SOLEREDER, 1908; METCALFE; CHALK, 1950). A

característica ondulada das paredes tem sido atribuída à influência de condições ambientais como a irradiação luminosa e a umidade relativa (ESAU, 1985).

As folhas dos morfotipos de *sacaca* e da *sacaquinha* apresentaram mesofilo dorsiventral, com estômatos do tipo paracítico e os tricomas são numerosos e de formas diversas, incluindo os tipos estrelado e glandular, característica comum ao gênero. Folha hipostomática é peculiar para a maioria das espécies da subfamília Crotonoideae (METCALFE; CHALK, 1965), embora nos táxons analisados a lâmina foliar seja anfiestomática.

A estrutura dorsiventral do mesofilo dos morfotipos de *C. cajucara* e na espécie *C. sacaquinha* também foi observada por outros autores nas espécies da família Euphorbiaceae (SOLEREDER, 1908; METCALFE; CHALK, 1950, 1979). O que está de acordo com o que Metcalfe e Chalk (1957) afirmaram ser característico deste gênero. Essa característica também foi visualizada por Mendonça et al., (2008) em *C. cajucara*.

A epiderme nos morfotipos de *C. cajucara* possuem células com paredes anticlinais retas ou sinuosas; externamente com espessuras variadas e internamente bastante espessas, bem como quando são esclerosadas, mucilaginosas, silificadas ou papilosas, e são características das espécies de Euphorbiaceae (METCALFE; CHALK, 1975). Sendo comum na Tribo Crotonae, tricomas diversos e células especializadas (FAHN, 1974; METCALFE; CHALK, 1975). Na epiderme foliar encontram-se diversos tipos de tricomas, estômatos e, freqüentemente, são observados nectários extraflorais nos representantes da família (METCALFE e CHALK, 1950).

Células secretoras crateriformes também foram encontradas com conteúdo oleaginoso ou resinífero, sob camada de cera epicuticular, algumas vezes com aparências de pontuações transparentes, que também foram registradas por Metcalfe e Chalk (1957) nas folhas de outras espécies de *Croton*, como *C. monanthogynus* Michx. Os autores também indicam a ocorrência de drusas, células laticíferas e células pétreas presentes na tribo Crotonae, especialmente em *Croton*.

A presença de nectários extraflorais também é comum na família Euphorbiaceae. Para Metcalf e Chalk (1957) estes nectários ocorrem na base do pecíolo substituindo ou associados às estípulas. Fahn (1974) enfatiza o uso das expressões “nectário floral” é nectário extrafloral, respectivamente para designar as estruturas secretoras associadas às flores e à polinização e aquelas que ocorrem externamente às flores ou em órgãos vegetativos, não diretamente relacionados à polinização. Metcalfe e chalk, (1957) afirmam ainda que grandes idioblastos

podem aparecer em pontuações transparentes na folha, e também ocorrem em posições mais profundas e assentadas no mesófilo, especialmente na tribo Crotonaeae.

Os nectários foliares em *Croton* constituem um caráter peculiar. Quanto à posição estes são de três tipos básicos: marginal, laminar ou peciolar (SMITH, 2002). Para Webster (1993), sua ocorrência constitui um caráter importante na delimitação dos táxons, fato também constatado por Baillon (1858) e Müller (1866, 1873).

Foram diagnosticados tricomas dendríticos simples na região adaxial e abaxial do morfotipo da sacaca branca e apenas na abaxial do morfotipo vermelho de *C. cajucara*, enquanto os tricomas estrelados-lepidotos e estrelados-porrectos ocorrem em ambas as superfícies de *C. sacaquinha*. Já os tricomas glandulares peltados foram observadas em todas as amostras analisadas. Dentre os atributos morfológicos investigados, os tricomas parecem ser um dos constantes em cada espécie, como foi relatado por Lucena e Sales (2006). Tricomas podem ser classificados de acordo com a presença ou ausência de conteúdo, número e aspecto de suas células, ornamentações, espessura da parede, entre outros caracteres (THEOBALD et al., 1979, BEHNKE, 1984).

A primeira classificação dos tricomas em *Croton* foi proposta por Froembling (1896), que reconheceu, nas 132 espécies analisadas, a ocorrência de cinco tipos: estrelado, lepidoto, fasciculado ou rosulado, fasciculado-estipitado e dendrítico. Inamdar e Gangadhara (1977), estudando os tricomas foliares de 53 espécies da família Euphorbiaceae, registraram os tipos estrelados e lepidotos em *Croton bonplandianum* Baill. e *C. oblongifolius* Roxb. Analisando 120 espécies, Webster et al., (1996) revisaram os tipos de tricomas propostos por Froembling (1896) e acrescentaram, ainda, subdivisões ao tipo lepidoto, além do tipo glandular.

Uma grande variedade de tricomas foi registrada no gênero *Croton*, destacam-se dentre eles os tipos acicular, bífido ou trifido e dendrítico, com arranjo multirradiado em *C. urucurana* (ORTIZ et al., 2002), tricoma glandular, denominado de célula secretora, em *C. rhamnifolius* (MENEZES et al., 2003) e *Croton monanthogynus*, o qual foi denominado como célula secretora crateriforme por Metcalfe e Chalk (1965). Os tricomas observados no gênero *Croton* tem sido utilizada para a delimitação de diferentes taxa (FROEMBLING, 1896; SOLEREDER, 1908; METCALFE; CHALK, 1950; WEBSTER et al., 1996).

Os tricomas glandulares podem apresentar, entre outras funções, atração de polinizadores e proteção contra herbivoria, dependendo das substâncias que acumulam e secretam, embora a função específica de cada tipo de tricoma glandular não seja totalmente conhecida (CORSI; BOTTEGA, 1999, ASCENSÃO et al., 1999). Os feixes vasculares encontrados localizam-se na região intermediária do mesófilo, são colaterais semelhantes às

outras Euphorbiaceae (METCALFE; CHALK, 1950; SILVA, 2006; MENDONÇA, et al., 2008), circundados por uma bainha endodérmica no morfotipo de *C. cajucara* “sacaca vermelha”.

O mesofilo, em seção transversal, de *C. cajucara* e *C. sacaquinha* é dorsiventral com ambas as faces apresentando células tabulares e recobertas por cutícula delgada (Figuras 3C-E). Estômatos ocorrem acima do nível epidérmico (Figura 3F). O parênquima paliçádico é constituído por uma camada unisseriada, enquanto o parênquima esponjoso possui de quatro a seis camadas com espaços intercelulares conspícuos (Figuras 3C-E). Os feixes vasculares estão localizados na região intermediária do mesofilo, são colaterais e circundados por uma bainha endodérmica (Figura 3D). Todos os tecidos dessa região apresentaram conteúdo denso e avermelhado especialmente no morfotipo vermelho de *C. cajucara* (Figura 3D) e de *C. sacaquinha* (Figura 3E, Tabela 1).

Idioblastos contendo cristais do tipo drusas ocorrem no parênquima paliçádico e esponjoso dos dois morfotipos de *C. cajucara* (Figura 3F), enquanto que em *C. sacaquinha* estão restritos ao parênquima paliçádico (Figura 3G).

A margem, em seção transversal, apresenta-se afilada e revoluta nos morfotipos branco e vermelho de *C. cajucara* (Figura 5A) e reta em *C. sacaquinha* (Figura 5B) com grupos de células colenquimáticas logo abaixo da superfície de ambas (Figuras 5A-B, Tabela 1).

A nervura central das espécies analisadas, em seção transversal, apresenta formato biconvexo nos morfotipos de *C. cajucara* (Figura 4C) e côncavo-convexo de *C. sacaquinha* (Figura 5D, Tabela 1). A superfície é constituída por células heterodimensionais, recoberta por cutícula delgada. Estômatos também foram observados acima do nível epidérmico nesta região. Na região do córtex observa-se de três a quatro camadas de células colenquimáticas do tipo anelar (Figuras 5C-D), logo após observam-se camadas de células parenquimáticas com idioblastos cristalíferos com conteúdo avermelhado, especialmente próximo ao floema do morfotipo vermelho de *C. cajucara* (Figura 5D, Tabela 1).

O sistema vascular é colateral, com câmbio ativo produzindo xilema para dentro e floema para fora, circundado por um anel de fibras (Figuras 5C-D). As células que constituem a medula são maiores e apresentam idioblastos com cristais do tipo drusas no morfotipo branco de *C. cajucara* (Figura 5C).

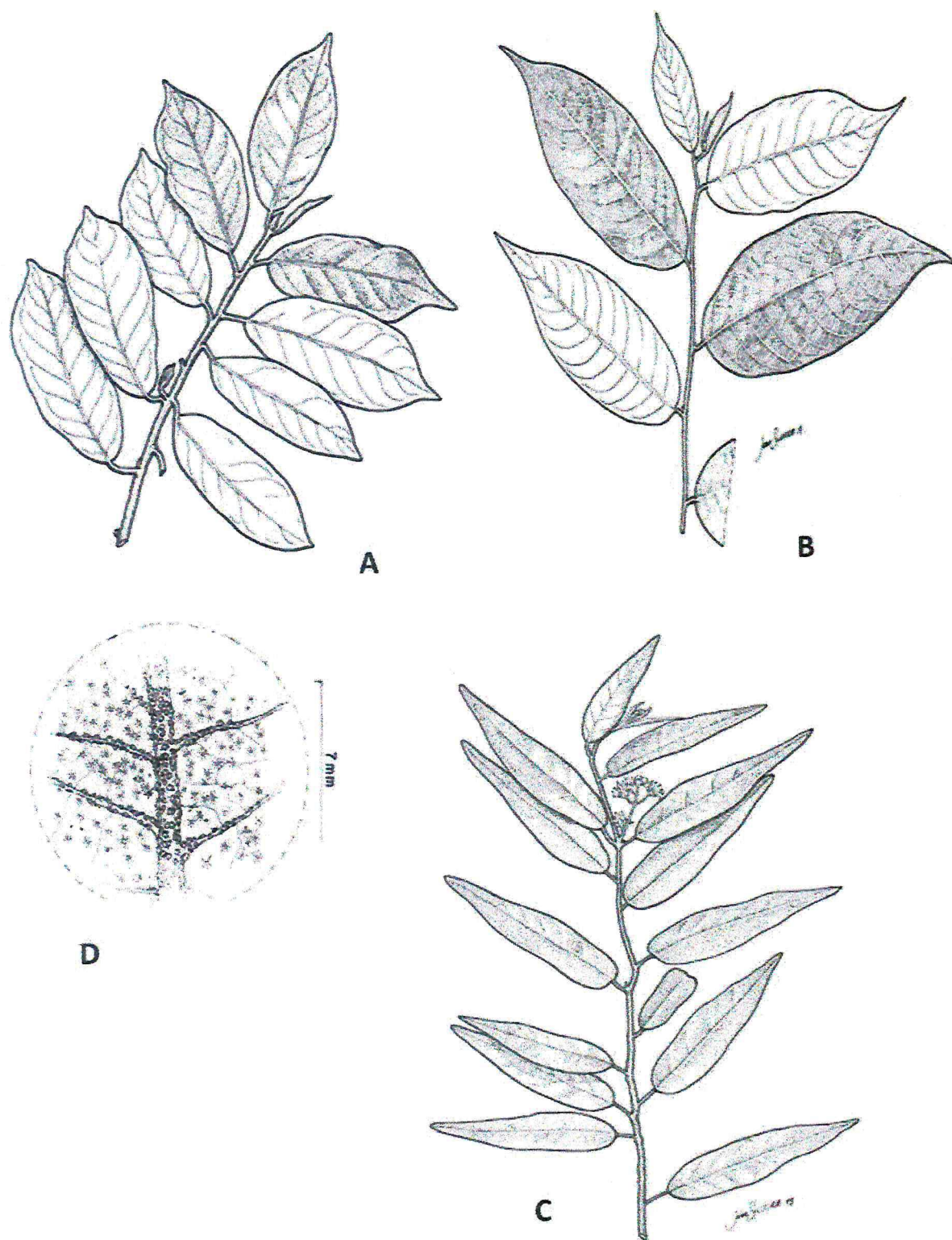


Figura 2: Características morfológicas de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica. A: *C. cajucara* (sacaca branca), B: *C. cajucara* (sacaca vermelha), C: *C. sacaquinha* (sacaquinha), D: detalhe dos tricomas na face abaxial de *C. sacaquinha* (sacaquinha).

Tabela 1: Características morfoanatômicas foliares comparativas de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica. (+) presente, (-) ausente.

Características	<i>C. cajucara</i> Benth.		<i>C. sacaquinha</i> Croizat
	Sacaca branca	Sacaca vermelha	Sacaquinha
Morfológicas			
Forma da folha	Elíptica-oblonga	Elíptica-lanceolada	Lanceolada
Ápice	Acuminado	Estreitamente-acuminado	Agudo
Consistência	Papirácea	Cartácea	Papirácea
Glândulas na base foliar	+	+	-
Anatômicas			
Folha	Anfihipoestomática	Anfihipoestomática	Anfihipoestomática
Estômatos	Paracítico	Paracítico	Paracítico
Mesófilo	Dorsiventral	Dorsiventral	Dorsiventral
Idioblastos com cristais de drusas	Parênquima paliçádico e esponjoso	Parênquima paliçádico e esponjoso	Parênquima paliçádico
Margem	Revoluta	Revoluta	Reta
Tricoma dendrítico	+	+	-
Tricoma tector simples	+	-	-
Tricoma estrelado-lepidoto	-	-	+
Tricoma estrelado-porrecto	-	-	+
Tricoma glandular capitado	+	+	+
Nervura central	Biconvexa	Biconvexa	Côncavo-convexo
Sistema vascular	Colateral	Colateral	Colateral
Nectários na base foliar	+	+	-

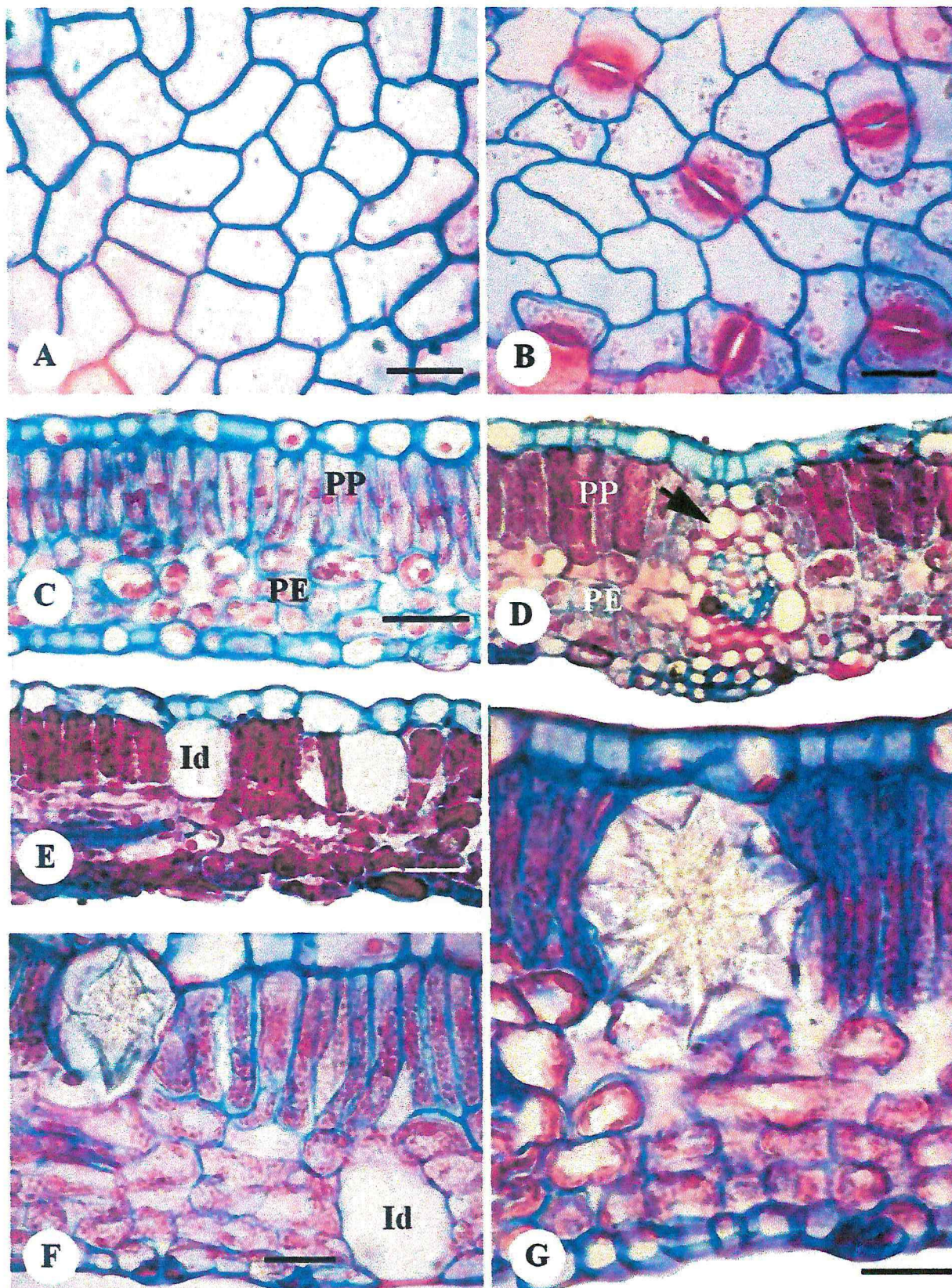


Figura 3: Superfície foliar e mesofilo em microscopia de luz de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.). A: face adaxial. B: face abaxial, notar estômatos paracíticos *C. cajucara* (sacaca branca). C: mesofilo em seção transversal. D: parênquimas em *C. cajucara* (sacaca vermelha). E: mesofilo em seção transversal, F-G: idioblastos (Id) com cristais de drusas localizados no parênquima paliçádico (PP) e esponjoso (PE) em (F) e apenas no parênquima paliçádico (G), ambos em *C. sacaquinha*.

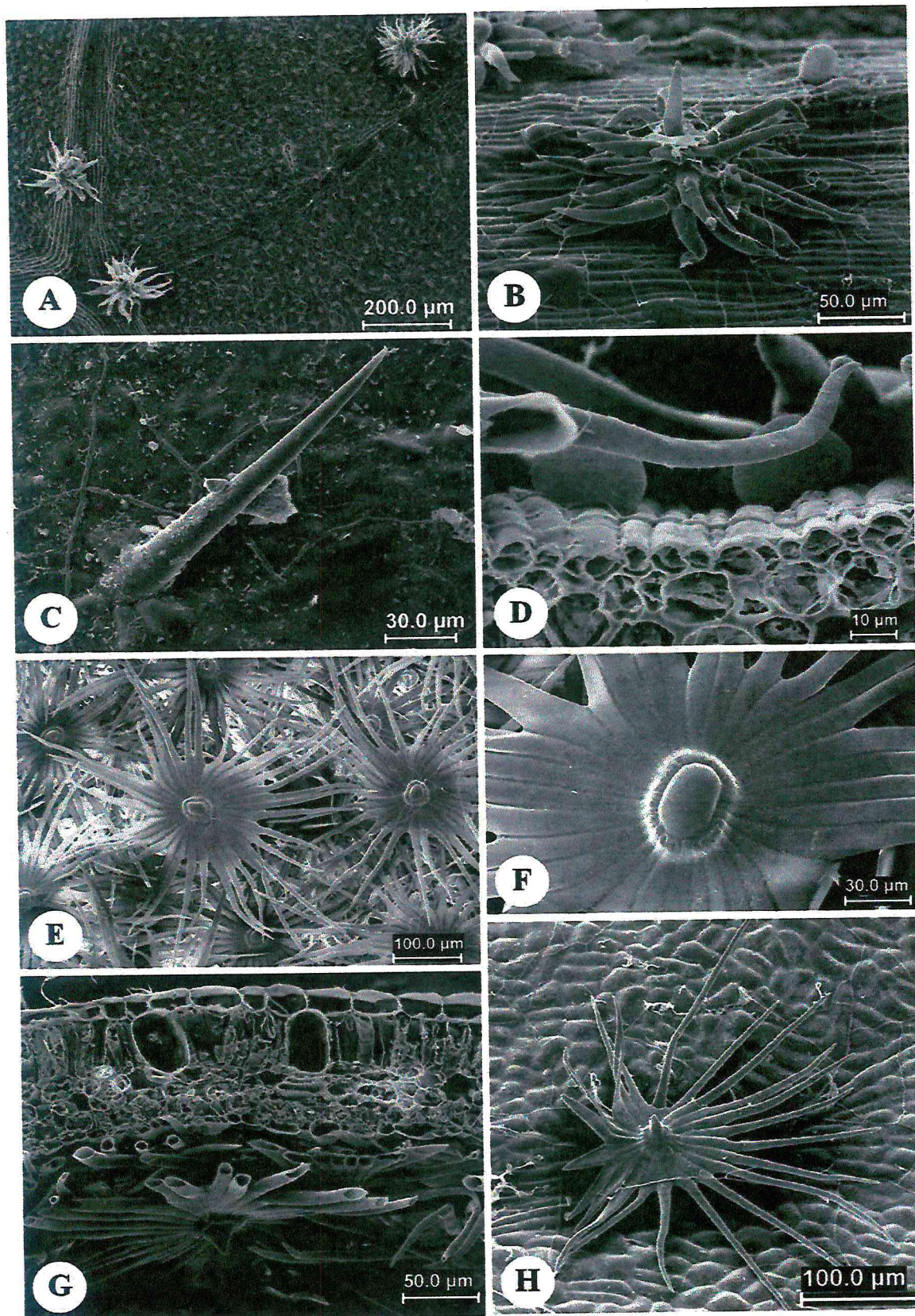


Figura 4: Tipos de tricomas na superfície foliar em microscopia eletrônica de varredura de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.). A-B: tricomas dendríticos, notar distribuição (A) e arranjo (B). C: tricoma tector simples. D: tricoma glandular peltado em *C. cajucara* (sacaca branca) e (sacaca vermelha). E-F: tricoma estrelado-lepidoto. G-H: tricoma estrelado-porrecto em *C. sacaquinha*.

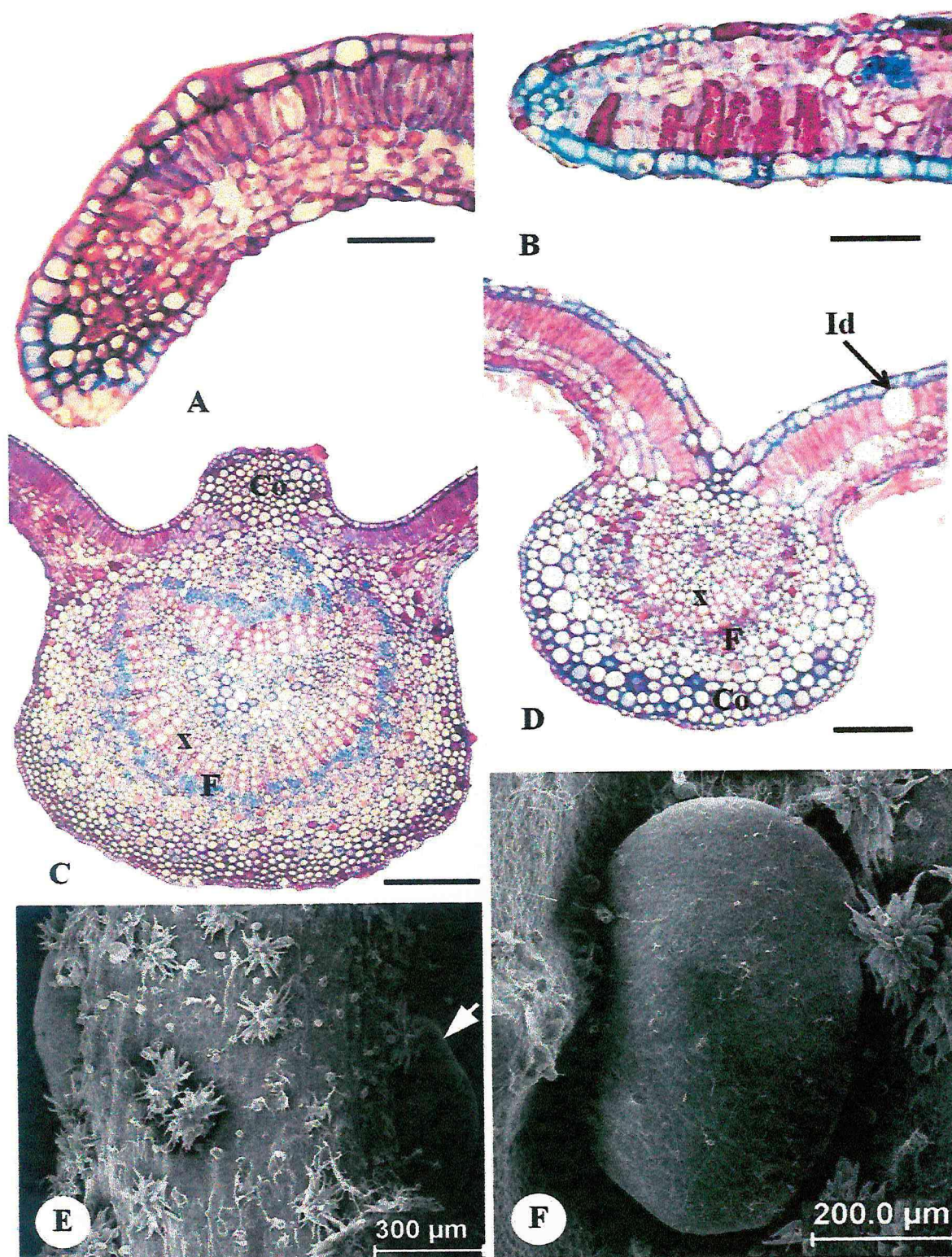


Figura 5: Margem e nervura central em microscopia de luz de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.). A: margem revoluta *C. cajucara* (sacaca branca em *C. sacaquinha* B: margem reta, em seção transversal. C: nervura central biconvexa em *C. cajucara* (sacaca vermelha). D: côncava-convexa nervura central de *C. sacaquinha*. E-F: nectários extraflorais, notar localização.

Histoquímica

Os testes histoquímicos realizados procuraram distinguir a localização dos compostos secundários identificados. De acordo com Gahan (1984) e Sumner (1988), é possível localizar os compostos secundários no tecido vegetal, de modo a conhecer seu local de síntese e/ou acúmulo. Todas as espécies estudadas apresentaram estruturas contendo os compostos analisados (Tabela 2).

Tabela 2: Testes microquímicos comparativo em folhas de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica.

Conteúdo	<i>C. cajucara</i> Benth.		<i>C. sacaquinha</i> Croizat
	Sacaca branca	Sacaca vermelha	Sacaquinha
Lipídios totais	Cutícula, idioblastos e parênquimas paliçádico e lacunoso	Cutícula e idioblastos	Cutícula, células epidérmicas e em tricomas estrelados, glandulares e idioblastos
Lipídios neutros	Idioblastos	Idioblastos	Tricomas glandulares e idioblastos
Compostos fenólicos	Epiderme e colênquima da nervura central	Células epidérmicas, parênquimas paliçádico e lacunoso, colênquima e parênquima xilemático	Tricomas estrelados no parênquima paliçádico e lacunoso
Taninos	Pedúnculo dos tricomas estrelados, Parênquima lacunoso e colênquima da nervura central	Parênquima xilemático	Parênquima floemático das nervuras
Alcaloides	Células epidérmicas e parênquimas paliçádico e lacunoso	Vasos do xilemáticos da nervura central	Tricomas estrelados e glandulares, parênquimas paliçádico e lacunoso

A deposição dos lipídios totais foi evidenciada pela coloração castanho-avermelhado adquirido pela reação de Sudan IV, visualizados em comum na cutícula e idioblastos dos táxons analisados, sendo que em *C. cajucara* “sacaca branca” também foram visualizados nos parênquimas paliçádico e lacunoso, em *C. sacaquinha* nas células epidérmicas e nos tricomas estrelado e glandular (Figuras 6A-B-C-D-E-F, Tabela 2).

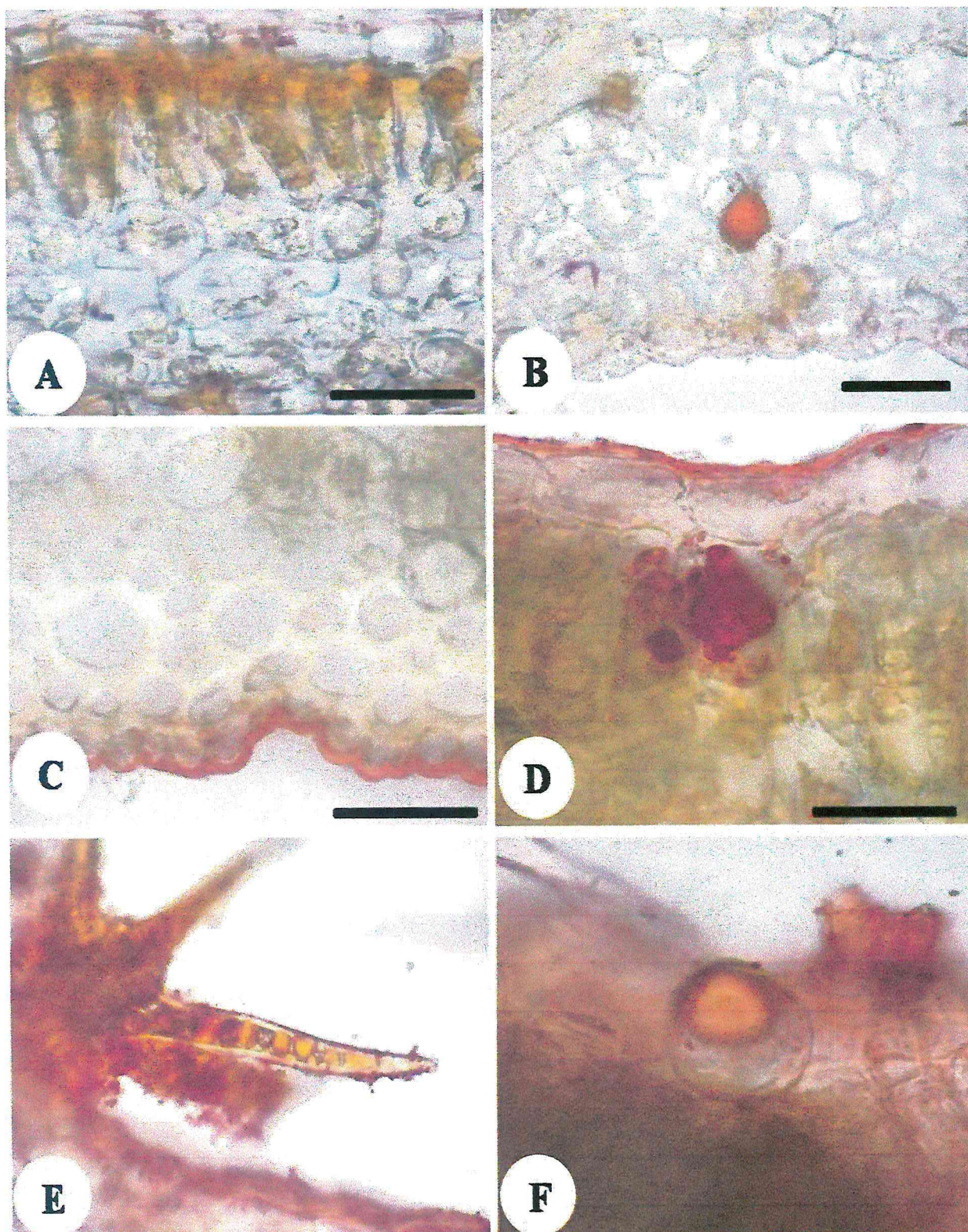


Figura 6: Lipídios totais nas folhas de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica. A: parênquima paliçádico e lacunoso. B: idioblasto, ambos em *C. cajucara* (sacaca branca); C: cutícula, D: idioblastos em *C. cajucara* (sacaca vermelha); em *C. sakaquinha*. E: tricoma estrelado e F: tricoma glandular.

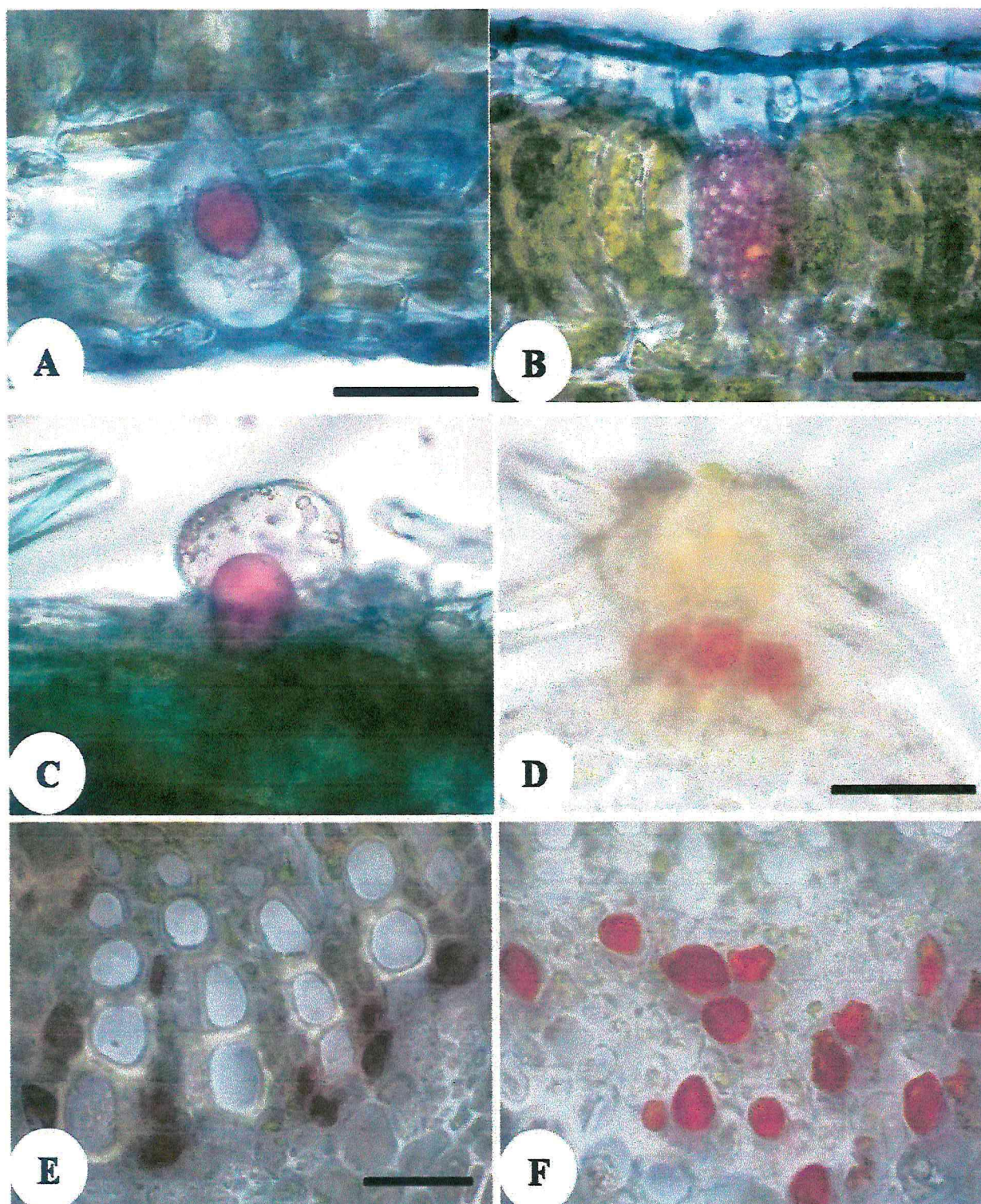


Figura 7: Lipídios neutros e taninos nas folhas de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica. Lipídios neutros: A: idioblastos em *C. cajucara* “sacaca branca”. B: em *C. cajucara* “sacaca vermelha”; C: tricoma glandular de *C. sacaquinha*. Taninos D: pedúnculo dos tricomas estrelado em *C. cajucara* “sacaca branca”; E: parênquima xilemático em *C. cajucara* “sacaca vermelha”; F: no parênquima floemático das nervuras em *C. sacaquinha*.

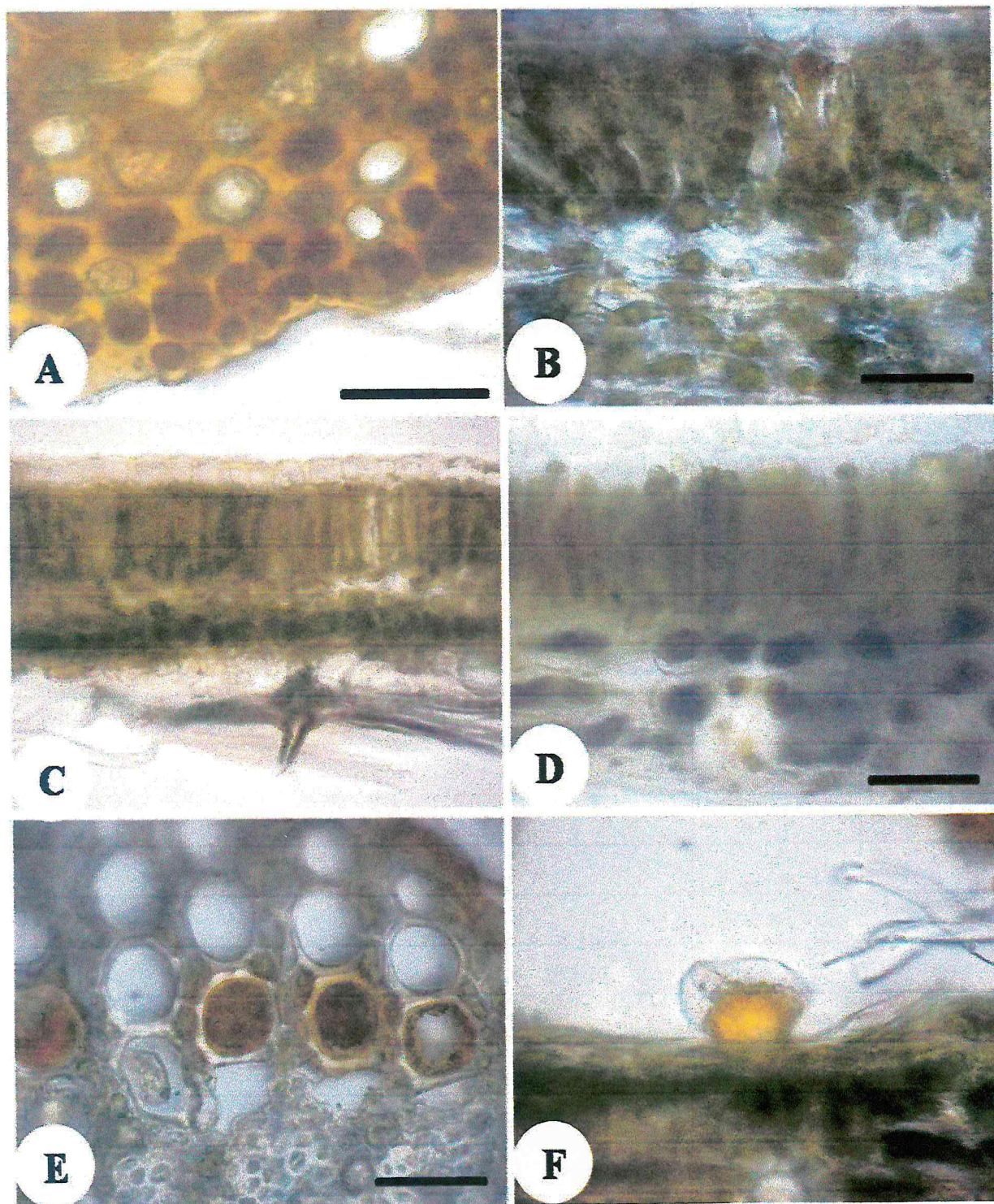


Figura 8: Composto fenólico e alcaloide nas folhas de espécies conhecidas por sacaca (*Croton* L.), na região Amazônica. Composto fenólico: A: Colênquima central em *C. cajucara* "sacaca branca". B: Parênquima paliçádico e lacunoso em *C. cajucara* "sacaca vermelha". C: Parênquima paliçádico e lacunoso em *C. sacaquinha*. Alcaloide: D: Parênquima paliçádico e lacunoso em *C. cajucara* "sacaca branca". E: Vasos chilemáticos em *C. cajucara* "sacaca vermelha". F: Tricoma glandular em *C. sacaquinha*.

Os lipídios neutros foram encontrados preferencialmente nos idioblastos e tricomas glandulares, com relação aos idioblastos com conteúdo lipídico, cabe salientar que podem se constituir em uma forma de defesa contra insetos fitófagos, conforme destacado por Viegas Junior (2003).

Nas células da epiderme, na superfície adaxial do folíolo de folhas de *Croton* observou-se conteúdo lipídico (SILVA, 2006). Análises histoquímicas evidenciaram a presença de conteúdo lipídico na célula apical do tricoma glandular de *Croton floribundus*. Os idioblastos com conteúdo lipídico localizados na epiderme abaxial de *Croton floribundus* também foram observados em *Croton rhamnifolius* (MENEZES et al., 2003). Em *Croton monanthogynus*, onde foram denominadas células secretoras crateriformes (METCALFE; CHALK, 1965). Os lipídios neutros manifestaram coloração rosa, quando em contato com o Sulfato azul do Nilo, sendo encontrados nos idioblastos (Figuras 7A-B), de todos os táxons e em *C. sacaquinha*, também se verificou nos tricomas glandulares (Figuras 7C, Tabela 2).

Os taninos foram visualizados com aspecto avermelhado pela ação do reagente vanilina clorídrica e foi diagnosticado em todos os táxons, em diferentes localizações, *C. cajucara* “sacaca branca” apresentou em maior número de estruturas como no pedúnculo dos tricomas estrelados (Figura 7D), parênquima lacunoso e no colênquima da nervura central. Já *C. cajucara* “sacaca vermelha” houve presença no parênquima xilemático (Figura 7E), em *C. sacaquinha*, distribuídas aleatoriamente no parênquima floemático das nervuras (Figura 7F, Tabela 2).

Foram identificados depósitos de substâncias fenólicas de coloração castanho em *C. cajucara* “sacaca branca” na epiderme e no colênquima da nervura central (Figura 8A); em *C. cajucara* “sacaca vermelha” foram registrados em diferentes tecidos, entre eles o parênquima paliçádico e lacunoso (Figura 8B); já em *C. sacaquinha* nos tricomas estrelados e no parênquima paliçádico e lacunoso (Figura 8C, Tabela 2).

O reagente Dragendorff em contato com os cortes clarificados em hipoclorito de sódio conferiu cor castanha, este tipo de reação mostra a presença de alcaloides em *C. cajucara* “sacaca branca” nas células epidérmicas e nos parênquimas paliçádico e lacunoso (Figura 8D); *C. cajucara* “sacaca vermelha” nos vasos xilemáticos da nervura central (Figura 8E); e em *C. sacaquinha* nos tricomas estrelado e glandulares (Figura 8F); e parênquimas paliçádico e lacunoso (Tabela 2).

Os fenóis incluem uma grande diversidade de compostos, como os flavonóides, os taninos, assim como os ácidos benzóicos e cinâmicos, sendo estes últimos capazes de complexar-se com proteínas, alcalóides e terpenos (SALATINO; GOTTLIEB, 1980; SIMÕES

et al., 2002). Compostos fenólicos foram localizados no parênquima foliar, próximo à epiderme. Uma vez que esses compostos envolvem uma gama de substâncias, dentre as quais sobressaem cumarinas, flavonóides, ligninas, quinonas e taninos, entre outros (VERMERRIS; NICHOLSON, 2006; CASTRO; DE MARCO, 2008), justifica-se sua ampla distribuição entre as plantas. A esses compostos são atribuídas diversificadas funções, tais como proteção contra herbivoria, atração de polinizadores e interações alelopáticas (LAMBERS et al., 1998; HARTMANN, 2007).

A ocorrência de substâncias fenólicas em espécies do gênero *Croton* tem sido largamente descrita (CAI et al., 1991; UBILLAS et al., 1994; RANDAU et al., 2004). Nas análises histoquímicas realizadas por Randau et al., (2004), observaram a presença de coloração ferrugem nas células pedunculares dos tricomas de *Croton rhamnifolius* e *Croton rhamnifolioides*, identificada como compostos fenólicos. O acúmulo de fenólicos foi observado nos tricomas de *Croton macrobothrys* Baillon e *Croton floribundus* Spreng (SILVA, 2006).

Os taninos como grupo heterogêneo de substâncias derivadas do fenol, estão presentes em quase todos os tecidos vegetais, distribuídos no vacúolo, em formas de gotas, no citoplasma ou impregnando a parede celular (FAHN, 1979; ESAU, 1985). Plantas ricas em taninos são empregadas na medicina tradicional no tratamento de diversas doenças, entre elas, diarreia, hipertensão arterial, reumatismo, hemorragias, feridas, queimaduras, problemas estomacais, problemas renais e do sistema urinário e processos inflamatórios em geral (DE BRUYNE et al., 1999; DUFRESNE; FARNWORTH, 2001)

Alcaloides foram evidenciados em diferentes localizações nos taxos estudados. Para Ziegler e Facchini (2008), embora geralmente armazenados em células específicas, devido à sua toxicidade e provável papel exercido na defesa das plantas, essas substâncias podem ser produzidas em outras células. Os alcaloides são encontrados em diversos gêneros da família Euphorbiaceae, como em *Croton* (WALLER; NOWACKI, 1978; AMARAL, 2004; PALMEIRA-JUNIOR, 2006; MELO, 2011). Estudos demonstram o acúmulo, em células epidérmicas e em células hipodérmicas, em bainhas vasculares e em laticíferos, sendo raramente encontrados em tecidos mortos (PELLETIER, 1988; EVANS, 1996).

Na espécie humana, os alcaloides do tipo taspina, apresentam propriedades que auxiliam a cicatrização de feridas (PORRAS-REYES et al., 1993), como ocorre com *Croton lechleri* (Müll. Arg) conhecida por sua ação antiinflamatória, analgésica e cicatrizante e o potencial mutagênico (FAO et al., 2012). Os resultados parecem concordar com Chaves et al.,

(2006) que demonstram que os morfotipos de *C. cajucara* podem ser quimiotipos do gênero *Croton* L.

4 CONCLUSÃO

Os caracteres morfo-anatômicos de morfotipos de *C. cajucara* e na espécie *C. sacaquinha*, considerados em conjunto, contribuem na identificação da planta medicinal. Essas informações, constituem importantes dados diferenciais entre os táxa do gênero analisados e, portanto, são úteis para a autenticidade botânica.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F. **Atividade antiinflamatória, antinociceptiva e gas-troprotetora do óleo essencial do *Croton sonderianus* Muell. Arg.** Dissertação (Mestrado em Farmacologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 150f, 2004.
- ANGELO, P. C. DA S., CHAVES, F. C., XAVIER, M. J., CRUZ, J. C. DA, LIRA, M. DO P. Avaliação inicial do RAPD como forma de acessar a variabilidade genética na espécie rica em linalol *Croton cajuçara* Benth. (sacaca). Comunicado Técnico, Embrapa Amazônia Ocidental Manaus, AM, 2005.
- ASCENSÃO, L. et al. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus*: morphology, distribution and histochemistry. **Ann. Bot., London**, v. 84, n. 4, p. 437-447, 1999.
- BAILLON, H. **Étude generale du groupe des Euphorbiacees**. Victor Masson, Paris. 1858.
- BERG, M. E. **Plantas medicinais na Amazonia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático e meio-norte do Brasil. 3 ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 268p.
- BEHNKE, H. D. **Plant trichomes, structure and ultrastructure: general terminology, taxonomics applications and aspects of trichome-bacteria interaction in leaf tips of *Dioscorea***. In: Rodriguez, E., Healey, P.L. & Mehta, I. (org.) *Biology and Chemistry of plant trichomes*. Plenum Press, New York . pp. 01-21, 1984.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n.º 14, de 31 de Março de 2010. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>>. Acesso em: 13 de set. 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **RENISUS - Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Espécies vegetais**. DAF/SCTIE/MS - RENISUS - 2p. fev/2009. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RENISUS.pdf>>. Acesso: em 10 ago. 2013.

CAI, Y.; EVANS, F. J.; ROBERTS, M. F.; PHILLIPSON, J. D.; ZENK, M. H.; GLEBA, Y. Y. Polyphenolic compounds from *Croton lechleri*. **Phytochemistry**, v. 30, p. 2033-2040, 1991.

CAIN, A. J. The use of Nile Blue in the examination of lipids. **Quarterly Journal of Microscopical Sciences** 88:383-392. 1947.

CASTRO, M.M.; DEMARCO, D. Phenolic compounds produced by secretory structures in plants: a brief review. **Natural Product Communication** 3: 1273-1284, 2008.

CHAVES, F. C. M. BIZZO, H. R. ÂNGELO, P. C. S. XAVIER, J. J. B. N.; SÁ SOBRINHO, A. F., Rendimento e composição química de óleo essencial de folhas de dois morfotipos de sacaca (*Croton cajucara* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** v. 8, n. 4, p. 117-119. 2006.

CORDEIRO, I.; SECCO, R.; CARNEIRO-TORRES, D.S.; LIMA, L.R. DE; CARUZO, M.B.R.; BERRY, P.; RIINA, R.; SILVA, O.L.M.; SILVA, M.J.DA; SODRÉ, R.C. *Croton*. In **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17497>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

CORSI, G.; BOTTEGA, S. Glandular hairs of *Salvia officinalis*: New data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. **Ann. Bot.**, London, v. 8, p. 657-664, 1999.

DE BRUYNE, T.; PIETERS, L.; WITVROUW, M. de; CLERCQ, BERG, E. VAN DEN; VLIETINCK, A. J. Biological evaluation of proanthocyanidin dimmers and related polyphenols. **Journal of Natural Products** 62:954-958, 1999.

DUFRESNE, C. J.; FARNWORTH, E. R. A Review of latest research findings on the health promotion properties of tea. **J.Nutr. Biochem.** 12:404-421. 2001.

DI STASI, L. C.; SANTOS, E. M. G.; SANTOS, C. M.; HIRUMA, C. A. **Plantas Mediciniais da Amazônia**. São Paulo, SP: Editora UNESP, 194p.1989.

ESAU, K. **Anatomia vegetal**. Omega, Barcelona. 3rded. 1985.

EVANS, W. C. **Trease and Evan's Pharmacognosy**, 14 ed. London: W B Saunders, 612 p., 1996.

FAHN, A. **Plant anatomy**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press Ltda., 611 p.1974.

FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. Academic Press Inc., London. 1979.

FAO, F. ZAN, R. A.; BRONDANI, F.; MINETTO, M.; RAMOS, L. O. J. MENEGUETTI, D. U. de O. Análise do potencial mutagênico da seiva da casca de *Croton lechleri* (müll. Arg), no estado de Rondônia, Amazônia ocidental. **SaBios: Rev. Saúde e Biol.**, v.7, n.1, p.91-98, jan./abr., 2012.

FROEMBLING, W. Anatomisch-systematische Untersuchung Von Blatt und Axe der Crotonen und Euphyllantheen. **Botanisches Centralblatt**, 65:129-442 plates, I, II, 1896.

- GAHAN, P. B. **Plant histochemistry and cytochemistry: an introduction**. Academic Press, London. 1984.
- GERLACH, D. Botanische Mikrotechnik: 1-311. **Georg Thieme Verlag**, Stuttgart. 1984.
- HARTMANN, T. From waste products to echochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. **Phytochemistry** 68: 2831-2846, 2007.
- INAMDAR, J. A.; GANGADHARA, M. Studies on the trichomes of some Euphorbiaceae. **Feddes Report**, Berlin. 88:103-111, 1977.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill. 1940.
- KALIL FILHO, A. N.; KALIL, G. P. C.; LUZ, A. I. R. Conservação de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais da Amazônia brasileira para uso humano. 2000. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 50).
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR. 1997. 25p.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. Springer-Verlag, New York. 1998.
- LIMA, L. R.; PIRANI, J. R. Revisão taxonômica de *Croton* sect. *Lamprocroton* (Müll. Arg.) Pax (Euphorbiaceae s.s.). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 177-231, abr./jun. 2008.
- LUCENA, M. F. A.; SALES, M. F. 2006. Tricomas foliares em espécies de *Croton* L.. **Rodriguésia**. 57: 11-25.
- LUCENA, M. F. A.; ALVES, M. Notas taxonômicas para Euphorbiaceae s.l. do Nordeste do Brasil. **Hoehnea** 37: 71-85. 2010.
- MACE, M. E.; HOWELL, C. R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany**, 52:2423-2426, 1974.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; ARRUDA, A. C.; PAMPLONA, S. G. S. R.; VANDERLINE, F. A.; LAPA, A. J.; ECHEVARRIA, A.; GRYNBERG, N. F.; CÔLUS, I. M. S.; FARIAS, R. A. F.; LUNA COSTA, A. M.; RAO, V. S. N. Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology: a successful combination in the study of *Croton cajucara*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.70, n.1, p.41-55, 2000.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A.C.; VEIGA, V. F.; GRYNBERG, N. F. ECHEVARRIA, A. Plantas Medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Quim Nova**. 2002; (3): 429-38.
- MELO, G. F. do A. Estudo da composição química e da atividade antibacteriana in vitro e em alimento do óleo essencial de *Croton blanchetianus*. Dissertação (Mestrado) –UFPB/CT, João Pessoa, 94f., 2011.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and Wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon, v. 1, 724 p., 1950.

- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. V.1. Oxford/London, Clarendon Press, 1: 669-674, 1957.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. 2. Clarendon Press, Oxford. Pp. 725-1500, 1965.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy Dicotyledons**. Oxford at the Clarendon Press. I e II. 1975.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**, 2nd edn. Vol. I. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. Clarendon Press: Oxford. 276 p. 1979.
- MENDONÇA, M. S.; ILKIU-BORGES; F.; SOUZA, M. C. Anatomia foliar de *Croton cajucara* Benth. (Euphorbiaceae) como contribuição ao estudo farmacognóstico de plantas da região amazônica. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.10, n.2, p.18-25, 2008.
- MENEZES, N. L.; SILVA, D. C.; PINNA, G. F. M. Folha In: B. Apezatto-da-Gloria & S.M. Carmello-Guerreiro (eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa, Editora UFV, 2003.
- MUELLER, J. Euphorbiaceae exceto subordo Euphorbieae. In *Prodromus systematis universalis regni vegetabilis* (A.P. Candolle, ed.). v.15, pars 2, p.189-1286. 1866.
- MUELLER, J. **Euphorbiaceae**. In *Flora brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). v. 11, pars 2, p.1-292, tab.1-42. 1873.
- ORTIZ B.; SANTIAGO, L. J. M.; Louro, R. P. Ultrastructure and development of leaves of *Croton macrobothrys* Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Microscopica** 12(suppl. B): 63-64, 2003.
- PALMEIRA-JUNIOR, S. F.; ALVES, F. S. M.; VIEIRA, L. F. A.; CONVERSA, L.M.; LEMOS, R. P. L. Constituintes químicos das folhas de *Croton sellowii* (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 16, n. 3, p. 397-402, 2006
- PEARSE, A. G. E. **Histochemistry: theoretical and applied**. v. 2, 4th ed., C. Livingstone, Edinburgh. 1985.
- PELLETIER, S. W. **Alkaloids Chemical and Biological Perspectives**, Vol 1-6, New York , USA, Willey, ed. (1983-1988).
- PORRAS-REYES, R. H.; LEWIS, W.H.; ROMAN, J.; SIMCHOWITZ, L.; MUSTOE, T.A. Enhancement of wound healing by the alkaloid Taspine defining mechanism of action. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** 203, 18-25, 1993.
- RANDAU K. P.; FLORÊNCIO D. C.; FERREIRA C. P.; XAVIER H. S. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax & Hoffm. **Rev Bras Farmacogn** 14: 89-96, 2004.
- RIZZINI, C. T. Sistematização terminológica da folha. **Rodriguésia** 42: 103-125. 1977.

ROBARDS, A.W. An introduction to techniques for scanning electron microscopy of plant cells. In: **Electron microscopy and cytochemistry of plant cells**. New York, Elsevier. P. 343-444. 1978.

SMITH, B. A. A Systematic revision of *Croton* section *Cyclostigma* (Euphorbiaceae) in Ecuador. Tese de Doutorado. University of California-Davis, Califórnia. 2002.

SALATINO, A.; SALATINO, M. L. F.; NEGRI, G. Traditional uses, Chemistry and Pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). **Journal Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 11-33, 2007.

SALATINO, A.; GOTTLIEB, O. R. Quinolizidine alkaloids as systematic markers of the Papilionoideae. **Bioch. Syst.Ecol.**, v. 8, n. 1, p. 133-147, 1980.

SILVA, B. O. da. Análise estrutural e histoquímica de *Croton macrobothrys* Baillon e *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, UFRJ, 150f. 2006

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 833 p, 2002.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. v. 1. Claredon Press, Oxford. 1104 p. 1908.

SUMNER, B. E. H. **Basic histochemistry**. John Wiley & Sons, Chichester. 1988.

SVENDSEN, A. B.; VERPOORTE, R. **Chromatography of alkaloids**. Elsevier Scientific Publishing Company, New York. 1983.

THEOBALD, W. L., KRAHULIK, J. L. & ROLLINS, R. C. Trichome description and classification. In: Metcalfe, C. R. & Chalk, L. *Anatomy of the dicotyledons*. 2. ed. **Clarendon Press**, Oxford, v. 1, pp. 40-53, 1979.

UBILLAS, R.; JOLAD, S.D.; BRUENING, R. C.; KERNAN, M. R.; KING, S. R.; SESIN, D. F.; BARRETT, M.; STODDART, C. A.; FLASTER, T.; KUO, J.; AYALA, F.; MEZA, E.; CASTAÑEL, M.; MCMEEKIN, D.; ROZHON, E.; TEMPESTA, M. S.; BARNARD, D.; HUFFMAN, J.; SMEE, D.; SIDWELL, R.; SOIKE, K.; BRAZIER, A.; SAFRIN, S.; ORLANDO, R.; KENNY, P. T. M.; BEROVA, N.; NAKANISHI, K. SP-303, na antiviral oligomeric proanthocyanidin from the latex of *Croton lechleri* (Sangre de Drago). **Phytomedicine**, v. 1, p. 77-106, 1994.

VENTURIERI, G. A.; RIBEIRO, M. N. de S. Sacaca (*Croton cajucara*). In: CLAY, J.W.; SAMPAIO, P.T.B.; CLEMENT, C.R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. 409p.

VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. **Phenolic compound biochemistry**. Springer, Dordrecht, 2006.

VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**. 26: 390-400, 2003.

WALLER, G. R.; NOWACKI, E. K. **Alkaloid Biology and Metabolism in Plants**. New York, Plenum Press, 293p., 1978.

WEBSTER, G. L. A provisional synopsis of the sections of the genus *Croton* (Euphorbiaceae). **Taxon** 42:793-823, 1993.

WEBSTER, G.L. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 81, p. 33-144, 1994.

WEBSTER G.L.; DEL-ARCO-AGUILAR, M. J.; SMITH, B. A. Systematic distribution of Foliar Trichome Types in *Croton* (Euphorbiaceae). **Bot J Linn Soc** 121:41–57, 1996.

WEBSTER, G. L.; BERRY, P. E.; AMBRUSTER, W. S.; ESSER, H. J.; GILLESPIE, L. J.; HAYDEN, W. J.; LEVIN, G. A.; SECCO, R. S.; HEALD, S.V. Euphorbiaceae. *In* Flora of the Venezuelan Guayana (P.E. Berry, K. Yatskievych & B.K. Holst, eds.). **Missouri Botanical Garden Press**, St. Louis, v.5, p.72-228, 1999.

ZIEGLER, J.; FACCHINI, P. J. Alkaloid biosynthesis: metabolism and trafficking. **Annu. Rev. Plant Biol.** 59, 735–769, 2008.

CAPÍTULO II – ASPECTOS FENOLÓGICOS, FITOQUÍMICOS E SAZONAIS EM FOLHAS DE *Croton* L. AMAZÔNICOS

RESUMO

O gênero *Croton* L. que apresenta várias espécies com potencial medicinal nativas da região Amazônica, entre elas algumas conhecidas como “sacacas” ou “sacaquinhas”, exibem semelhanças na morfologia e nas propriedades medicinais, entre elas *Croton cajucara* Benth., a qual possui dois morfotipos “sacaca branca” e “sacaca vermelha” e *Croton sacaquinha*. O trabalho tem como objetivo caracterizar a fenologia e a fitoquímica das folhas de *Croton sacaquinha* Croizat e de dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. “sacaca branca” e “sacaca vermelha”, cultivadas no Horto da Embrapa Amazônia Oriental, em função das variações climáticas amazônicas. Em *Croton sacaquinha*, a floração e frutificação prolongaram-se ao longo dos dois anos de coleta de dados, no entanto, não mostrou regularidade quanto à época de ocorrência, oscilando entre os dois períodos sazonais. Os morfotipos de *Croton cajucara* “sacaca branca” e “sacaca vermelha” não apresentaram diferenças quanto ao padrão de floração e frutificação nos anos observados, ambas apresentaram as atividades fenológicas no período caracterizado por maior intensidade de chuva. Em relação aos compostos químicos analisados na fitoquímica para os dois períodos climáticos mostrou que em *Croton sacaquinha* não houve variação entre os compostos. Já nos morfotipos, os compostos fitoquímicos revelaram sofrer influência da sazonalidade, visto que “sacaca vermelha”, foi a única que manifestou a presença de ácidos orgânicos na amostra coletada no período menos chuvoso. Entretanto ambos os morfotipos manifestaram-se positivamente para glicosídeos cardíacos, esteroides e triprenoides somente no período mais chuvoso.

Palavras-chave: Amazônia, plantas medicinais, sacaca, sacaquinha, sazonalidade.

ABSTRACT

The genus *Croton* L. which features several species of native medicinal potential of the Amazon region, including some known as “sacacas” or “sacaquinhas”, exhibit similarities in morphology and in the medicinal properties including *Croton cajucara* Benth., which has two morphotypes “sacaca branca” and “sacaca vermelha” or *Croton sacaquinha*. The work aims to characterize the phenology and phytochemical leaves *Croton sacaquinha* Croizat and two morphotypes of *Croton cajucara* Benth. “sacaca branca” and “sacaca vermelha”, grown in the Garden of Embrapa Amazônia Oriental, depending on Amazonian climate variations. In *Croton sacaquinha*, flowering and fruiting lasted throughout the two years of data collection, however, showed no regularity as to time of occurrence, oscillating between the two seasonal periods. The morphotypes *Croton cajucara* “sacaca branca” and “sacaca vermelha” showed no differences in the pattern of flowering and fruiting in the years observed, both showed phenological activities characterized by higher rainfall intensity period. Regarding chemical compounds analyzed in phytochemical for the two climatic periods showed that in *Croton sacaquinha* no variation between compounds. Have morphotype, the phytochemical compounds shown to be influenced by seasonality, the “sacaca vermelha”, was the only one who manifests the presence of organic acids in the sample collected in less rainy period. However both morphotypes manifested positively to cardiac glycosides, steroids and triterpenoids only in the rainy season.

Key words: Amazon, medicinal plants, sacaca, sacaquinha, seasonality.

1 INTRODUÇÃO

As Euphorbiaceae são representadas por 317 gêneros e cerca de 8000 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais, em diferentes tipos de vegetação e habitats (WEBSTER, 1994). Destacam-se em relação à riqueza de espécies, diversidade morfológica, fitoquímica e importância econômica, e têm participação importante na alimentação humana, medicina popular, produção de látex, óleo e paisagismo (SOUZA; LORENZI, 2005; WURDACK et al., 2005).

Dentre os gêneros com maior número de espécies, encontra-se *Croton* L. que apresenta várias espécies com potencial medicinal (LEWIS, 1973). Algumas espécies de *Croton* nativas da região Amazônica, são conhecidas como “sacacas” ou “sacaquinhas”, exibem semelhanças na morfologia e nas propriedades medicinais, entre elas *Croton cajucara* Benth., a qual possui dois morfotipos “sacaca branca” e “sacaca vermelha” e *Croton sacaquinha* (KALIL FILHO et al., 2000).

As atividades farmacológicas experimentalmente comprovadas para o gênero *Croton* colocam em destaque o seu potencial antiinflamatório (FALCÃO et al., 2005). No estado do Pará, as folhas e cascas do caule de *Croton cajucara* são utilizadas em forma de chá das folhas, no combate a diabetes, diarreia, malária, febre, problemas estomacais, inflamações do fígado, rins, vesícula e no controle de índices elevados de colesterol (MACIEL et al., 2002; SOUSA et al., 2003). Conforme Kalil Filho et al., (2000), *Croton sacaquinha*, a sacaquinha, apresenta as mesmas propriedades medicinais que *C. cajucara*.

O comportamento de variáveis meteorológicas pode exercer papel fundamental no crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais, as quais podem ser suscetíveis à variabilidade climática natural (ANGELOCCI, 2002). Para Moraes e Bastos (1972) a presença de substâncias químicas em uma determinada espécie pode estar atrelada a sazonalidade, variando conforme o ambiente, principalmente, aqueles ligados a fatores climáticos.

A fenologia estuda o comportamento dos vegetais em relação ao meio, abrangendo os padrões estacionais de floração e frutificação, sendo relevante para compreender o funcionamento dos ecossistemas (RUIZ; ALENCAR, 2004). A fenologia também fornece informações sobre o melhor período para coleta de frutos e folhas, entre outros recursos não-madeiráveis, como para a obtenção de subprodutos com fins fitoquímicos, cosméticos ou nutricionais (FOURNIER, 1974; LIETH, 1974; MORELLATO et al., 1990; ZANIOLO, 2002).

Apesar da crescente demanda por plantas medicinais, a falta de informações técnica e científica influencia para que a matéria prima não chegue ao mercado consumidor com segurança e qualidade. Ainda são poucos os estudos que relacionam os aspectos fenológicos, fitoquímicos para espécies com potencial medicinal sob condições climáticas; constituindo um dado importante para melhorar a produtividade e práticas de manejo adequado. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a fenologia e a fitoquímica do extrato foliar de *Croton sacaquinha* Croizat e dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. “sacaca branca” e “sacaca vermelha”, cultivadas no Horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, em função das variações climáticas amazônicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado com espécies da família Euphorbiaceae cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, localizado a 1°27'21'' S de latitude a 48°30'14'' W de longitude, com altitude de 10 m acima do nível do mar.

Amostras Botânicas

Foram utilizadas amostras de folhas de diferentes ramos de árvores adultas com aproximadamente 4 a 6 metros de altura, sem flores, desenvolvidas sem adubação química. Coletou-se *Croton cajucara*, com dois morfotipos “sacaca branca” e “sacaca vermelha,” e *Croton sacaquinha*, as quais foram identificadas por comparação com espécimes devidamente certificadas por especialista e com auxílio da literatura, posteriormente, foram incorporadas aos acervos do herbário MG, do Museu Paraense Emílio Goeldi sob o número das exsicatas: 203399, 203400 e 203401, respectivamente.

Procedeu-se a coleta entre 8 e 9 h, folhas do 3° ao 5° nó, do ápice para a base, nos mesmos indivíduos em dois períodos diferentes, em novembro de 2010 e maio de 2011, o que corresponde ao período menos e mais chuvoso, respectivamente.

Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos usados foram da estação meteorológica de superfície de Belém (82191), operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e situada nas coordenadas 1,43° S e 48,43° W.

As variáveis mensais medidas para os anos de 2010 e 2011 foram: precipitação, temperaturas, umidade relativa do ar, insolação. Considerou-se o período de maior precipitação pluviométrica em Belém, conhecida regionalmente como inverno amazônico entre os meses de dezembro a maio e o período de menor precipitação pluviométrica, conhecida como verão amazônico, os meses de junho a novembro (FIGUEROA; NOBRE, 1990; FERREIRA et al., 2012).

Dados fenológicos

Os registros foram coletados diariamente por um período de 24 meses, correspondente aos anos de 2010 e 2011, com um indivíduo de cada táxon e organizados para demonstração mensal, com registro de presença ou ausência das fenofases floração e frutificação.

O período de floração incluiu desde a formação dos botões até o final do período de antese das flores, e o de frutificação desde a formação visível dos frutos até sua queda. A frequência da floração foi classificada com base no número de ocorrência de cada evento por ano, sendo: anual (uma vez ao ano) e sub-anual (mais de uma vez/ano). Os registros das fenofases dos indivíduos foram observados sem levar em consideração os fatores edáficos e bióticos.

Determinação de peso seco

A determinação do peso seco das amostras dos táxons foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, onde após triagem e remoção das impurezas, as folhas foram cortadas, pesadas, colocadas em bandejas de inox e secas em estufa com circulação mecânica (FANEM 320-SE), à temperatura de 45° C por 120h.

Em seguida, as amostras foram pesadas, trituradas em moinho de faca e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e guardados sob refrigeração à temperatura de 10° C até o uso.

Preparação dos extratos

Os extratos das plantas foram preparados utilizando-se 100g de folhas secas de cada táxon, trituradas e submetidos à extração hidroalcoólica (etanol 80%) em banho-maria sob refluxo, por aproximadamente 4 horas. O material foi então filtrado a vácuo e concentrado em evaporador rotatório (Buch El 131 Sibata) a 150 rpm sob pressão reduzida a 45° acoplado à bomba de vácuo (AAKer). A seguir, os extratos foram armazenados protegidos da luz na

geladeira até o momento das análises (MATOS, 1997). A análise dos extratos das amostras foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental.

Prospecção Fitoquímica

Os extratos foram submetidos à análise fitoquímica, segundo metodologia dos protocolos descritos por Matos (1997). Foram pesquisados a presença das seguintes classes de substâncias químicas: ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, proteínas e aminoácidos, taninos, catequinas, flavonoides, glicosídeos cardíacos, sesquiterpelactonas, azulenos, carotenoides, esteroides e triterpenoides, depsídeos e depsídonas, derivados da cumarina, saponina espumídica, alcaloides, purinas, antraquinonas. Os reagentes utilizados para os testes foram os mesmos citados por Harborne (1984), Matos (1997) e Falkenberg et al., (2000). A análise fitoquímica das amostras dos táxons foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sazonalidade climática pode exercer influência nos padrões fenológicos, segundo Janzen (1967), as condições ambientais, são fatores necessários para estimular os processos de floração e frutificação em determinada época do ano favorável à reprodução.

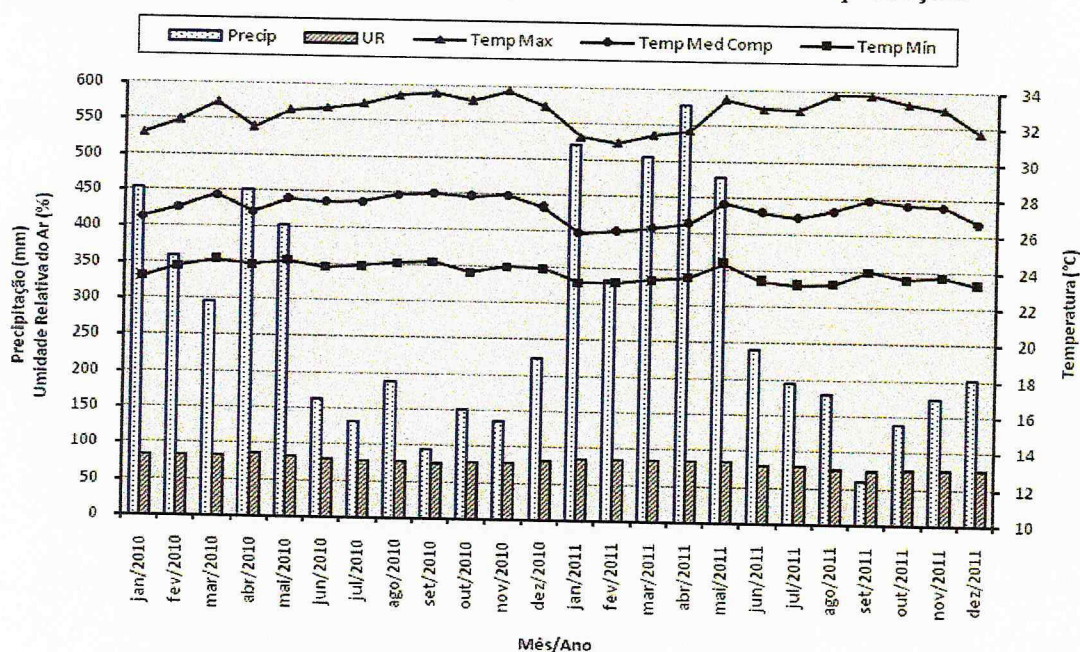


Figura 1. Variação mensal de parâmetros meteorológicos para Belém: precipitação, umidade relativa do ar, temperaturas mínima, média compensada e máxima. Dados: INMET.

Wright e Calderon (2006); Zimmerman et al., (2007), demonstraram em observações fenológicas de longa duração nos trópicos afetaram a fenologia de certas plantas, assim o comportamento das espécies do estudo podem estar relacionado com o *El Niño* em 2010 e o *La Niña* 2011. Com relação ao regime pluviométrico regional, os dados dos anos observados indicaram um volume mensal de chuva no período de janeiro a maio de 2010 foi superior a 400 mm, o que representa um índice pluviométrico elevado.

O ano de 2011 apresentou uma estação chuvosa intensa devido à atuação do fenômeno climático *La Niña*, com mínimo acumulado mensal em dezembro de 2010 alcançando 225 mm, e máximo de 579 mm em abril de 2011 (Figura 1).

A temperatura em 2010 apresentou a média mínima mensal próxima de 24°C e a média máxima, especialmente no período menos chuvoso, em torno de 33°C. O ano seguinte, 2011, também apresentou temperaturas acima da média. A umidade relativa do ar permaneceu constante nos dois anos.

Nos meses de fevereiro e março, quando deveria ocorrer o auge da estação chuvosa de 2010, houve aumento da insolação e conseqüentemente redução das chuvas (Figura 2).

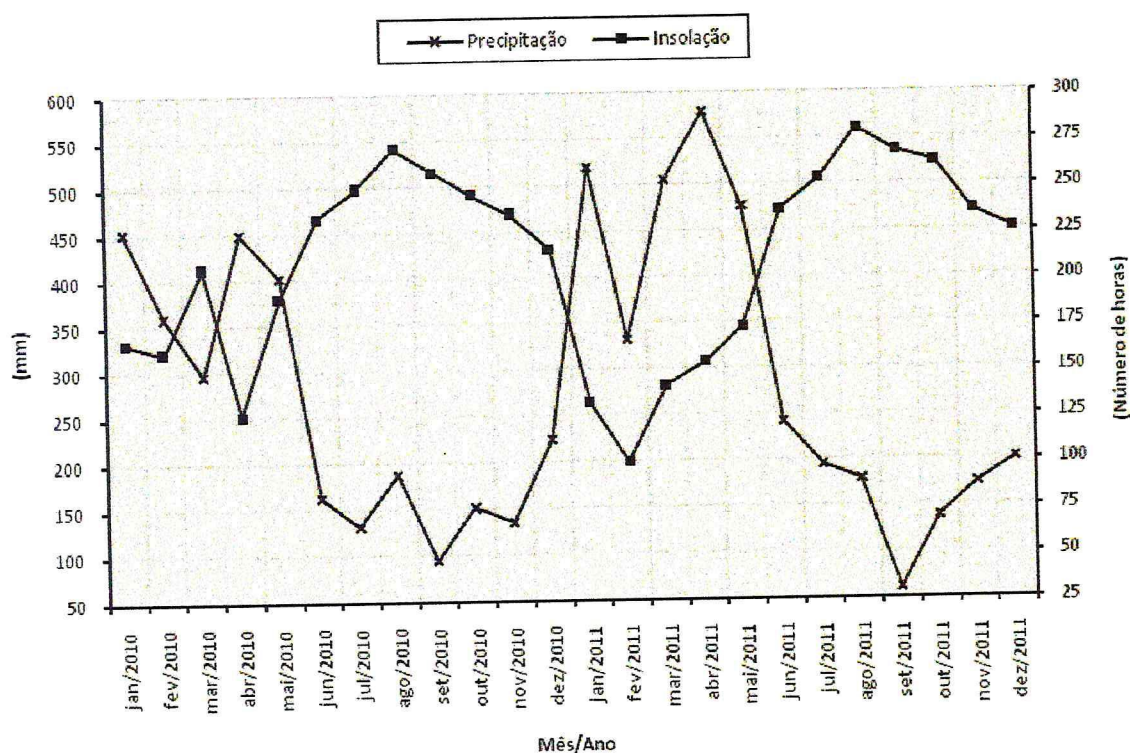


Figura 2. Variação mensal da insolação e precipitação para Belém-PA. Dados: INMET.

No período menos chuvoso, a insolação atingiu seu valor máximo nos dois anos em estudo, ultrapassando às 200 horas mensais. No período de maior precipitação em 2011, houve redução das chuvas, mas não ocorreu elevação da insolação.

Floração e Frutificação

Os eventos fenológicos mais importantes nas plantas são a floração e a frutificação, sendo os principais mecanismos de perpetuação das espécies (PIRES O'BRIEN; O'BRIEN, 1995). Nas Euphorbiaceae estudadas foram observadas espécies florescendo durante a maior parte do ano, e outras com o ritmo de floração marcadamente sazonal para os dois anos estudados (Tabela 1).

Tabela 1: Fenofases de *Croton* cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Croton sacaquinha</i> (sacaquinha)												
2010		✿	✿	✿ ○	✿ ○			✿ ○	✿ ○	✿ ○	✿	✿
2011	✿ ○	✿	✿	✿ ○				✿	✿ ○	✿	✿	✿
<i>Croton cajucara</i> (sacaca branca)												
2010	✿	✿ ○	✿ ○									
2011		✿ ○	✿ ○									
<i>Croton cajucara</i> (sacaca vermelha)												
2010	✿	✿ ○										
2011	✿ ○	✿	✿ ○									

✿ flor ○ fruto

Em *Croton sacaquinha*, a floração e frutificação prolongaram-se ao longo dos dois anos de coleta de dados, no entanto, não mostrou regularidade quanto à época de ocorrência, oscilando entre os dois períodos sazonais. A ausência dos eventos fenológicos possivelmente está associada às variáveis precipitação e insolação (Figura 2, Tabela 1), onde nos meses de fevereiro e março, quando deveria ocorrer o auge da estação chuvosa de 2010, houve aumento da insolação e consequentemente redução das chuvas. No período menos chuvoso, principalmente nos meses de junho e julho, a insolação atingiu seu valor máximo nos dois anos em estudo o que provavelmente influenciou na ausência da floração e frutificação, o que parece indicar uma estratégia fenológica desta espécie em função de fatores ambientais locais. O que é comprovado por Franco (2002), ao afirmar que a sazonalidade no regime das chuvas altera a disponibilidade de água e nutrientes no solo, o que acaba afetando o comportamento das plantas.

Lameira et al., (2002) constataram que a floração e a frutificação de várias famílias de plantas medicinais ocorreu nos meses de setembro a novembro, ou seja, no período menos chuvoso. De acordo com Rathcke e Lacey (1985), as florações longas podem ser vantajosas por diminuir os riscos ou incertezas na polinização que adotam a estratégia de florescer por um período de tempo mais longo.

Assim como os táxons de *Croton* observados, a floração de *Plectranthus barbatus* Andrews conhecido como boldo, uma planta com atributos medicinais, analisada por Cardoso e Barbosa (2011) também ocorreu na estação mais chuvosa, mais precisamente nos meses de fevereiro a março, quando as temperaturas são mais amenas e permaneceram floridas por mais de seis meses. Clement (1993) observando a fenologia de espécies da região Amazônica verificou que, a maioria dos indivíduos analisados apresentou frutificação no período de maior intensidade de precipitação pluviométrica.

Os morfotipos de *Croton cajucara* “sacaca branca” e “sacaca vermelha” não apresentaram diferenças quanto ao padrão de floração e frutificação nos anos observados, ambas apresentaram as atividades fenológicas no período caracterizado por maior intensidade de chuva. Alencar et al., (1979) observaram que para algumas espécies da Amazônia a floração e frutificação repetem-se ano a ano, obedecendo às variações climáticas.

A “sacaca branca” em 2010 floresceu de janeiro a março e em 2011, de fevereiro a março, e frutificação em 2010 ocorreu em fevereiro e março nos dois anos. A “sacaca vermelha” em 2010 floresceu em janeiro e fevereiro, no ano seguinte, verificou-se de janeiro a março; a frutificação em fevereiro no ano de 2010 e em 2011 nos meses de janeiro e março. A sazonalidade parece interferir mais no padrão fenológico apresentado pelos morfotipos de *Croton cajucara*, onde ao longo dos dois anos, apresentaram um sincronismo na resposta fenológica de acordo com o regime de chuvas apresentando o início do desenvolvimento na estação mais chuvosa e o fim na estação menos chuvosa.

De acordo com Pimentel (1994), a sacaca branca no período menos chuvoso tem o desenvolvimento das fenofases prejudicado, o que não ocorre nas quedas pluviométricas regulares. Trindade e Secco (2009), estudando espécies de Euphorbiaceae da Floresta Nacional de Caxiuanã, observaram *Croton cajucara* com flores no mês de fevereiro.

Segundo Santos et al., (1992), a floração durante o período chuvoso foi constatada para algumas espécies amazônicas como *Corythophora alta* R. Knuth, com o nome popular de ripeiro – vermelho e *Corythophora rimosa* W. A. Rodrigues, conhecido como castanha - jacaré. Estudos como de Reich e Borchert (1984), mostraram que quando a precipitação apresenta intensa sazonalidade, o ciclo fenológico é limitado durante a estação menos

chuvosa, mas também que os eventos de fenologia pode ser uma resposta a picos de radiação solar na dependência da distribuição das chuvas durante o ano.

Na classificação de Pires O'Brien e O'Brien (1995), a população de *Caesalpinia leiostachya* apresentou um episódio de floração por ano, considerado um padrão sazonal anual, durando cerca de quatro meses, com início em janeiro, e término em abril. Comportamento semelhante aos morfotipos de *Croton cajucara* analisados.

Em estudos fenológicos realizados na Amazônia brasileira, observou-se que o florescimento de muitas espécies ocorre durante o período mais chuvoso ou, nos primeiros meses da estação chuvosa (LIEBERMAN, 1982; FREITAS et al., 1999; LAMEIRA et al., 2002).

Segundo Smith (1970), a estratégia de algumas espécies pela frutificação durante o período mais chuvoso pode estar relacionado à disseminação feita por animais ou o beneficiamento com água e nutrientes liberados na decomposição da matéria orgânica acumulada durante a estação menos chuvosa.

Batista (2005) analisou a fenologia de vinte indivíduos de *Croton matourensis* Aubl. (Euphorbiaceae) durante um ano, onde a floração ocorreu em março e abril, e a frutificação nos meses de março abril e maio, no período mais chuvoso. Em *Conceveiba guianensis* Aubl., outra Euphorbiaceae observada por Secco e Giulietti (2007) a floração e frutificação ocorreu de janeiro a abril o que parece demonstrar uma preferência pelo período mais chuvoso por algumas espécies da família.

De acordo com a frequência das fenofases, *Croton sacaquinha* apresentou padrão de floração sub-anual (mais de uma vez/ano) e os morfotipos de *Croton cajucara*, anual (uma vez ao ano). A floração foi a fenofase de maior duração em relação à frutificação para os indivíduos do estudo. Deve-se considerar que ambas são nativas da região amazônica e, de acordo com Kerbauy (2008), em regiões tropicais, os períodos menos chuvosos e úmidos são fatores decisivos para o crescimento e a floração das espécies.

Fitoquímica

De acordo com a realização dos ensaios de prospecção fitoquímica com os extratos de *Croton sacaquinha* e dois morfotipos de *Croton cajucara* “sacaca branca” e “sacaca vermelha”, foi reconhecida a presença de classes importantes de metabólitos secundários, onde dos 18 elementos analisados, dez foram diagnosticados em ambas às espécies (Tabela 2).

A sazonalidade, temperatura, insolação, disponibilidade de nutrientes, altitude e índice de poluição são apontados por Neto e Lopes (2007) como fatores que influenciam na produção dos metabólitos secundários das plantas. Nas Euphorbiaceae analisadas a maioria dos compostos não foi afetada pela sazonalidade.

Vários autores ressaltam a riqueza em metabólitos secundários conferindo importância do ponto vista medicinal ao gênero *Croton* tais como alcaloides, terpenoides, diterpenos e flavonoides (LIMA; PIRANI, 2008; RANDAU et al., 2004; SALATINO et al., 2007).

Tabela 2: Resultado da avaliação fitoquímica das folhas de *Croton*, cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.

Período	<i>Croton</i> <i>sacaquinha</i>		<i>C. cajucara</i> sacaca branca		<i>C. cajucara</i> sac. vermelha	
	-/C	+/C	-/C	+/C	-/C	+/C
Composto						
Ácidos orgânicos	-	-	-	-	+	-
Açúcares redutores	+	+	+	+	+	+
Polissacarídeos	-	-	-	-	-	-
Proteínas e aminoácidos 1	+	+	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+	+	+
Catequinas	+	+	+	+	+	+
Flavonoides	+	+	+	+	+	+
Glicosídeos cardíacos	-	-	-	+	-	+
Sesquiterpelactonas	-	-	-	-	-	-
Azulenos	-	-	-	-	-	-
Carotenoides	+	+	+	+	+	+
Esteroides e triterpenoides	+	+	-	+	-	+
Depsídeos e depsidonas	+	+	+	+	+	+
Derivados de cumarina	-	-	-	-	-	-
Saponina espumidica	+	+	+	+	+	+
Alcalóides	+	+	+	+	+	+
Purinas	-	-	-	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-	-	-	-
-/C (Menos chuvoso) +/C (Mais chuvoso) + Presença - Ausência						

Em *Croton sacaquinha* todos os compostos analisados não divergiram nos dois períodos climáticos. Conforme Kalil Filho et al., (2000) *Croton sacaquinha* Benth., apresenta as mesmas propriedades medicinais que *Croton cajucara*. Entretanto, *Croton cajucara* sacaca vermelha foi a única a manifestar a presença de ácidos orgânicos na amostra coletada no período menos chuvoso.

Já os morfotipos de *Croton cajucara*, sacaca branca e sacaca vermelha manifestaram-se positivamente para glicosídeos cardíacos, esteroides e tripernoides apenas para no período mais chuvoso. Essas variações possivelmente foram influenciadas pela sazonalidade. De

acordo com Barbosa et al., (2006) em algumas espécies são observadas variações devido a diferenças ambientais na composição química.

Sousa et al., (2006); Maciel et al., (2006) encontraram em *Croton cajucara* a presença de sesquiterpenos, ácidos graxos, misturas de esteróis e os diterpenos bioativos. Chaves et al., (2006) avaliaram o rendimento e a composição do óleo essencial de *Croton cajucara*, para os dois morfotipos, a sacaca vermelha e a sacaca branca verificando que existem variações quantitativas e qualitativas dos dois morfotipos. Os autores sugerem que também se trata de dois quimiotipos da espécie.

4 CONCLUSÃO

O comportamento fenológico dos morfotipos de *Croton cajucara* “sacaca branca”, “sacaca vermelha” e de *Croton sacaquinha* encontram-se fortemente atrelado às condições climáticas, o que pode estar associado às características do clima amazônico. A alta sincronia entre morfotipos de *Croton cajucara* e os fatores climático é uma característica que serve como informação para o manejo, servindo para indicar o período de coleta desejado para a indústria farmacêutica.

Em relação aos compostos químicos analisados nos dois períodos climáticos não houve variante para *Croton sacaquinha*. Já os morfotipos de *Croton cajucara* e os compostos fitoquímicos indicam sofrer influência da sazonalidade, visto que “sacaca vermelha”, foi a única que manifestou a presença de ácidos orgânicos na amostra coletada no período menos chuvoso. Entretanto, ambos os morfotipos de *Croton cajucara* manifestaram-se positivamente para glicosídeos cardíacos, esteroides e tripernoides somente no período mais chuvoso.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica* v. 9, p.163-168, 1979.

ANGELOCCI, L. R. *Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera – Introdução ao tratamento biofísico*. Piracicaba-SP. ESALQ/USP, 272 p., 2002.

BARBOSA, F. F.; BARBOSA, L. C. A.; MELO, E. C.; BOTELHO, F. M.; SANTOS, R. H. S. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. *Química Nova*, v. 29, n.6, p. 221-225, 2006.

BATISTA, F. de J. Fenologia de *Croton matourensis* Aubl. (Euphorbiaceae) em vegetação secundária no Município de Bragança, Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 69-74, maio-ago, 2005.

BERG, M. E. **Plantas medicinais na Amazonia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático e meio-norte do Brasil. 3 ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 268p.

CARDOSO, A. Á.; BARBOSA, S. Fenologia reprodutiva de *Plectranthus barbatus* Andrews (Lamiaceae) Instituto de Ciências da Natureza, UNIFAL, MG <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnline>. 2011. Acesso em: 15 out. 2012.

CHAVES, F. C. M.; BIZZO, H. R.; ÂNGELO, P. C. S.; XAVIER, J. J. B. N.; SÁ SOBRINHO, A. F. Rendimento e composição química de óleo essencial de folhas de dois morfotipos de sacaca (*Croton cajucara* Benth). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** v. 8, n. 4, p. 117-119, 2006.

CLEMENT, C. R. Brazil nut. In: CLAY, J.; CLEMENT, C. R., 1993. Select species and strategies to enhance income generation from Amazonian forests. Rome, Italy: FAO, Série Working Paper, Document Repository. p. 260, Disponível em www.fao.org/docrep/v0784e0k.htm. Acesso em: 10 mai. 2013.

FALCÃO, H. S. ; LIMA, I. O.; SANTOS, V. L.; DANTAS, H. F.; DINIZ, M. F. F. M.; BARBOSA-FILHO, J. M.; BATISTA, L. M. Review of the plants with anti-inflammatory activity studied in Brazil. **Rev Bras Farmacognosia** 15: 381-391. 2005.

FALKENBERG, M. B.; SANTOS, R. I.; SIMÕES, C. M. O. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Florianópolis/Porto Alegre: UFSC/UFRGS, p.163-79, 2000.

FERREIRA, W. R. S.; VITORINO, M. I.; SOUZA, E. B. de; CARMO, A. M. C. do. Sazonalidade da precipitação para a Amazônia usando o modelo REGCM3: avaliando apenas a forçante do Atlântico Equatorial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 435 – 446, 2012.

FIGUEROA, S. N.; SATYAMURTY, P.; SILVA DIAS, P. L. Simulations of the summer circulation over the South American region with an eta coordinate model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 52, p. 1573–1584, 1995.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** 24:422-423. 1974.

FRANCO, A. C. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS e Marquis RJ, editors. The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. **Irrington**: Columbia University Press, p.178-197, 2002.

FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; BRANDÃO, G. F.; ARAÚJO, Z. B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science** 133 (3): 303-311, 1999.

HARBORNE, J. B. **Phytochemical methods**. 2.ed. London: Chapman and Hall, 1984. 288p.

- JANZEN, D. H., Synchronization of sexual reproduction of trees within the Dry Season in Central America. **Evolution**, 21(3): 620-637. 1967.
- KALIL FILHO, A. N.; KALIL, G. P. C.; LUZ, A. I. R. Conservação de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais da Amazônia brasileira para uso humano. **EMBRAPA, Comunicado técnico**, Nº 50, p.1-4. 2000.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 431 p, 2008.
- LAMERA, O. A.; OLIVEIRA, E. C. P.; PINTO, J. E. B. P.; RIOS, M. S.; PAIVA, J. S. Fenologia screening fitoquímico de plantas medicinais do horto de Embrapa Amazônia Ocidental. **Horticultura Brasileira**, v.20, n. 2, julho, Suplemento 2, 2002.
- LEWIS, T. **Thrips: their biology, ecology and economic importance**. Academic Press, London, UK, 1973.
- LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **The Journal of Ecology**, v. 70, p. 791 – 806, 1982.
- LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Pp. 3-19. In: Phenology and seasonality modeling (H. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag, **Ecological Studies**, v. 8. 1974.
- LIMA, L. R.; PIRANI, J. R. Revisão taxonômica de *Croton* sect. Lamprocroton (Müll. Arg.) Pax (Euphorbiaceae s.s.). **Biota Neotropica** v.8(2), p.177-231, 2008.
- MACIEL, M.A.M.; PINTO, A.C.; VEIGA JR., V.F. 2002. Plantas Medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova** 25: 429-438.
- MACIEL, M. A. M.; CORTEZ, J. K. P. C.; GOMES, F. E. S. O Gênero *Croton* e Aspectos Relevantes de Diterpenos Clerodanos. **Revista Fitos** v. 2, p.54-73, 2006.
- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 2.ed. Fortaleza: UFC, 1997. 141p.
- MORAES, V. H. F.; BASTOS, T. X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semi permanentes e anuais, com possibilidade de expansão na Amazônia. In: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (Belém, PA). Zoneamento agrícola da Amazônia: 1ª aproximação. Belém, p. 123-53. **IPEAN. Boletim Técnico**, 54. , 1972.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 1, p. 149-62, 1990.
- NETO, L. G.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólicos se secundários. **Química Nova**, 30, 374-381, 2007.
- PIMENTEL, A. A. M. P. Cultivo de plantas medicinais na Amazônia . Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará / Serviço de Documentação e Informação, 114 p. 1994.

- PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP. 400 p. 1995.
- RANDAU, K. P.; FLORÊNCIO, D. C.; FERREIRA, C. P.; XAVIER H. S. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax e Hoffm. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.4(2), p. 89-96, 2004.
- RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological Patterns of Terrestrial Plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Michigan, v.16, p. 179-214, 1985.
- REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water-stress and tree phenology in a Tropical Dry Forest in the lowlands of Costa-Rica. **Journal of Ecology** 72: 61-74. 1984.
- RUIZ, R. R.; ALENCAR, J. C. Comportamento fenológico da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua*) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n.4, p. 443-448, 2004. Disponível em: <http://acta.inpa.gov.br>. Acesso em: 27 junho 2013.
- SALATINO, A.; SALATINO, M. L. F.; NEGRI, G. Traditional uses, Chemistry and Pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). **Journal of The Brazilian Chemical Society** v.18(1), p. 11-33, 2007.
- SANTOS, S. H. M.; LEÃO, N. V. M.; PACHECO, N. A. **Fenologia reprodutiva de *Couratari stellata* A. C. Smith**. Anais... 2º CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, parte 1, v. 4, p. 241 – 244, 1992.
- SECCO, R. S.; GIULIETTI, A. M. Notas sobre a fenologia de *Conceveiba guianensis* Aublet (Euphorbiaceae) na Reserva Mocambo, Belém, PA. In: ALMEIDA, S. S.; MARTINS, M. B.; GOMES, J. I. (org.). **Mocambo: diversidade e dinâmica biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá (APEG)**. Museu Paraense Emílio Goeldi/Embrapa Amazônia Oriental, Belém. p. 309-316, 2007.
- SMITH, N., Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. **American Naturalist**, Chicago, 104 (935): 25-35. 1970.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H., **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação de famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. São Paulo: Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 640 p. 2005.
- SOUZA, M. A. A.; SOUZA, S. R.; VEIGA JÚNIOR, V. F.; CORTEZ, J. K. P. C.; LEAL, R. S.; DANTAS, T. N. C.; MACIEL, M. A. M. Composição química do óleo fixo de *Croton cajucara* e determinação das suas propriedades fungicidas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v: 16, p: 599 – 610, 2006.
- TRINDADE, M. J. S.; SECCO, R. S. As Euphorbiaceae da FLONA de Caxiuanã com ênfase nas espécies da grade do PPBio. In: Lisboa, P.L.B. (org.). **Caxiuanã: o desafio para a conservação de uma floresta nacional na Amazônia**. Belém. 672 p. 2009.
- WEBSTER, G. L., Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.81, p. 33-144, 1994.

WRIGHT, S. J.; CALDERON, O. Seasonal, El niño and longer term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. **Ecology Letters** 9: 35-44 , 2006.

WURDACK, K. J.; HOFFMANN, P.; CHASE, M.W. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid rbcL and trnL-F DNA sequences. **American Journal of Botany**, v. 92, p. 1397-1420, 2005.

ZANIOLO, S. R. **Ecologia de Hedyosmum brasiliense Mart. ex Miq. (Chloranthaceae): subsídio para o cultivo e manejo sustentável**. Curitiba. Tese. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, 87f. 2002.

ZIMMERMAN, J. K.; WRIGHT, S. J.; CALDERÓN, O.; PAGAN, M. A.; PATON, S. Flowering and fruiting phenologies of seasonal and aseasonal neotropical forests: the role of annual changes in irradiance. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, p. 231-251, 2007.

CAPÍTULO III - TEOR DE MINERAIS EM INFUSÕES DAS FOLHAS DE *Croton* L. (EUPHORBIACEAE) RELACIONADO AOS PERÍODOS SAZONAIS AMAZÔNICOS

RESUMO

A família Euphorbiaceae tem espécies de importância econômica, alimentícia e de uso medicinal. *Croton* L. é o segundo maior gênero da família com aproximadamente 1.200 espécies distribuídas nas Antilhas, América do Sul e América do Norte, sendo o Brasil um dos principais centros de diversidade. Considerando a importância das espécies, principalmente no aspecto medicinal, existe necessidade de estudos para conhecer o teor dos elementos minerais (cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês, sódio e zinco) nos dois períodos sazonais amazônicos (com maior e menor precipitação pluviométrica) em amostras das infusões (chá) de dois morfotipos de *Croton cajucara* (sacaca branca e sacaca vermelha) e *C. sacaquinha* (sacaquinha). Os minerais analisados foram encontrados em todas as amostras, nos dois períodos climáticos. Os resultados obtidos da quantificação dos minerais nos dois períodos climáticos mostraram um comportamento uniforme, seguindo a tendência de distribuição em ordem crescente: $K > Na > Mg > Ca > Mn > Zn > Cu > Fe$.

Palavras-chave: Plantas medicinais, morfotipo, precipitação, Euphorbiaceae, minerais.

ABSTRACT

The family Euphorbiaceae species have economic importance, food and medicinal use. *Croton* L. Is the second largest genus in the family with approximately 1,200 species distributed in Antilles, South America and North America, and the Brazil one of the major centers of diversity. Considering the importance of the species, principally in terms of medical, there is need for studies to quantify the levels of mineral elements (calcium, copper, iron, potassium, magnesium, manganese, sodium and zinc) the two seasonal periods Amazon (with higher and lower rainfall) in samples of two morphotypes *Croton cajucara* (sacaca white of sacaca red) and *C. sacaquinha* (sacaquinha). Analyzed minerals were found in all samples in the two climatic periods. The results of the quantification of minerals in two climatic periods showed a uniform behavior following the trend of distribution in ascending order: $K > Na > Mg > Ca > Mn > Zn > Cu > Fe$.

Keywords: Medicinal plants, morphotype, precipitation, Euphorbiaceae, minerals.

1 INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae pertence a ordem Malpighiales (APG III, 2009), compreende cerca de 334 gêneros e mais de 8000 espécies (WEBSTER, 1994). O gênero *Croton* L. é o segundo maior da família, com aproximadamente 1.200 espécies distribuídas nas Antilhas, América do Sul e América do Norte. Sendo o Brasil um dos principais centros de diversidade do gênero, que está representado nos mais variados ambientes e tipos vegetacionais (BERRY et al., 2005).

As espécies desse gênero são geralmente odoríferas e contém um látex cáustico que causa dermatite e que pode ser venenoso. Podem ser ervas, arbustos ou árvores. Muitas espécies de *Croton* têm vários usos, algumas como bebidas, na forma de chás (ABREU et al., 2001). O chá, preparado das folhas ou cascas, tem sido empregado para alívio de problemas do fígado e intestino, sendo também usado contra diabetes e eficiente na redução do colesterol (CONCEIÇÃO, 2000; SOUSA et al., 2003; BERG, 2010).

O uso empírico dos chás embora remonte a tempos passados se faz presente na contemporaneidade, perpetuada por gerações que os utilizam para fins terapêuticos (CAMPESATO, 2005). Além disso, existem centenas de tipos de chás que atraem a preferência de milhões de pessoas no mundo e é um recurso a mais no tratamento de doenças e, algumas vezes, dispensa o acesso a remédios comercializados em farmácias (ROHMER, 2002).

O chá também pode ser considerado um alimento funcional que, consumido na alimentação cotidiana, pode trazer benefícios fisiológicos à saúde, graças aos seus componentes ativos (HAN et al., 2004). De acordo com Arabbi (2001), alimentos funcionais são definidos como qualquer substância ou componente de um alimento que proporciona algum benefício para saúde, além de sua função de nutrir, a prevenção e o tratamento de doenças.

Os minerais assim como as vitaminas, não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, devem ser obtidos através da alimentação. Eles participam na função de várias enzimas e são essenciais para manutenção da saúde humana. Mesmo que alguns nutrientes minerais presentes em plantas possuam um papel preventivo no combate de doenças, o uso em excesso ou deficiência pode trazer problemas para saúde, além disso, níveis elevados desses minerais podem ser perigosos e tóxicos ao organismo, tendo efeitos adversos (BATTESTIN, 2002; EDER, 2010).

São classificados como macronutrientes, micronutrientes e elementos traços. Os macronutrientes (Ca, P, Mg, S, Na, Cl e K), são os elementos que devem ser consumidos diariamente em concentrações acima de 100 mg; os micronutrientes (Fe, Zn, Cu e Mn) em torno de 1 a 50 mg/dia e os elementos traços (I, Cr, Sb, Co, Se, Al, Si, Sr e Sn) abaixo de 1 mg/dia (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998; AL-AWADI; SRIKUMAR, 2000).

O estudo dos minerais presentes na planta também é importante para que se possa compreender mais sobre seus aspectos metabólicos e nutricionais. Atualmente estão sendo desenvolvidos estudos que buscam estabelecer os benefícios terapêuticos e efeitos colaterais relacionados à presença de metais (ZANGARO et al., 2002).

Pouco se sabe sobre o valor nutricional dos chás das plantas de *Croton* com potencial medicinal, o que torna oportuna sua investigação com os elementos minerais, importantes na nutrição humana, visto que nas populações amazônicas, a maioria de comunidades carentes faz uso recorrente. Além disso, o conhecimento da variação sazonal dos teores dos minerais permite estabelecer padrões para o manejo nutricional das plantas com potencial medicinal visando o alcance e manutenção de alta produtividade e qualidade do produto final.

Nesse sentido, amostras de dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. (sacaca branca e sacaca vermelha) e *C. sacaquinha* Croizat (sacaquinha) foram analisadas com o objetivo de conhecer o teor dos elementos minerais: Ca (cálcio), Cu (cobre), Fe (ferro), K (potássio), Mg (magnésio), Mn (manganês), Na (sódio) e Zn (zinco) relacionados aos dois períodos climáticos amazônicos, de maior e menor precipitação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

O estudo foi realizado com espécies cultivadas em canteiros a céu aberto, empregando adubação orgânica, no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, estado do Pará (1°27'21'' S a 48°30'14'' W), com altitude de 10 m acima do nível do mar.

A coleta do material vegetal ocorreu entre 8:00 e 9:00 h da manhã, utilizando as folhas totalmente expandidas de diferentes ramos de árvore com altura entre 3 a 8 metros em dois períodos diferentes no início do mês de novembro no ano de 2010 e início do mês de maio de 2011, compreendido entre o período de menor e maior precipitação, respectivamente.

As amostras de dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. (sacaca branca e sacaca vermelha) e *C. sacaquinha* Croizat (sacaquinha), foram identificadas por comparação com

espécimes devidamente certificadas por especialista e com auxílio da literatura. Posteriormente foram incorporadas aos acervos do herbário MG do Museu Paraense Emílio Goeldi, sob os números de registro: 203399, 203400, 203401, respectivamente.

Determinação de peso seco

A determinação do peso seco das amostras dos táxons foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, onde após triagem e remoção das impurezas, as folhas foram cortadas, pesadas, colocadas em bandejas de inox e secas em estufa com circulação mecânica (FANEM 320-SE), à temperatura de 45° C por 120 h.

Em seguida, as amostras foram pesadas, trituradas em moinho de faca e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e guardados sob refrigeração à temperatura de 10° C até o uso.

Preparação das infusões (chá)

Para o preparo das infusões (chá), foram utilizadas folhas secas pulverizadas das duas espécies coletadas nos períodos considerados. Os chás foram preparados pesando-se 1g de amostra em um erlenmeyer de 50mL. Em seguida adicionou-se 25mL de água deionizada (Milli Q®, Millipore) em ebulição e tapou-se para diminuir as perdas de água por evaporação. Após 10 minutos, filtrou-se para balão de 50mL, adicionou-se 0,5mL de ácido nítrico concentrado e completou-se o volume de 50mL com água deionizada. Para eliminar algum tipo de precipitado que pudesse interferir no instrumento de análise, fez-se uma centrifugação com o tempo de 5 minutos e 2000 rpm (DSC-16, PRESVAC), o sobrenadante foi retirado para tubos cônicos, completando se o volume final de 50 mL com água deionizada. As infusões foram preparadas em triplicata e analisadas no mesmo dia (adaptado de LAMEIRA et al., 2004). As análises de minerais foram realizadas no Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas, Belém, Pará.

Instrumentos e Acessórios

A quantificação dos elementos: cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês, sódio e zinco, foram efetuadas utilizando espectrofotômetro de Emissão Atômica, Spectr AA 220 Atomic Absorption Spectrometer modelo Varian AAS com fluxo de gás acetileno. Os

parâmetros operacionais estabelecidos para análise dos minerais foram pelo ICP OES: comprimentos de ondas para o Ca (496,847 nm), Cu (327,395 nm), Fe (238.204 nm), K (766,491 nm), Mg (279,553 nm), Mn (257,610 nm), Na (588,995 nm) e Zn (213,857 nm), com vazões otimizadas de argônio de 0,60 Lmin⁻¹ para o gás nebulizador, 1,5 Lmin⁻¹ para o gás auxiliar e 15 Lmin⁻¹ para o gás principal, com o emprego de potência de radiofrequência 1100 W. As análises foram realizadas no Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas, Belém, Pará.

Reagente, soluções e material de referência

Todos os reagentes foram de alto grau de pureza (Suprapur) e as soluções preparadas usando-se água deionizada obtida em sistema de ultrapurificação de água Milli-Q, Millipore. As soluções estoques contendo 1000 mgL⁻¹ Fe, Zn, Cu, Mn, K, Ca, Mg, Na e K em 5,0% de HNO₃, foram devidamente diluídas obtendo as soluções de referência. Para a calibração do ICP – OES, as soluções de referência foram preparadas com concentrações na faixa variando de 0,2 a 5,0 mgL⁻¹, para o Zn, Cu e Mn, e 0,1 a 0,8 mgL⁻¹, para o Fe, Ca, Mg, Na e K, preparadas através da diluição sucessiva de solução estoque 1.000 mgL⁻¹ (Merck). Como material de referência foi utilizado SRM1573 – *tomato leaves* (NIST, USA). Para o Fe foi utilizado como material de referência GBW 07601 Poplar Leaves Made in China.

Análise e estatística dos dados

O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado, onde foram comparados com três níveis de dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. (sacaca branca e sacaca vermelha) e *C. sacaquinha* Croizat (sacaquinha), com 3 repetições. A análise estatística aplicada para os períodos (Fator 1), minerais com 8 níveis Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn (fator 2), táxons de *Croton* (Fator 3) e a interação (Fator 1 × Fator 2 × Fator 3); foi realizada por meio do programa estatístico SISVAR®. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As recomendações da OMS foram feitas desconsiderando a ingestão desses metais em outros alimentos.

Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram gerados a partir de valores provenientes da estação meteorológica de superfície de Belém (82191), operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e situada nas coordenadas 1,43°S e 48,43°W.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de maior precipitação pluviométrica em Belém, conhecida regionalmente como inverno amazônico, compreende o período de dezembro a maio, com índice pluviométrico mensal médio acima de 200 mm (Figura 1), alcançando índices superiores a 400 mm nos meses de fevereiro e março, que correspondem aos meses mais chuvosos.

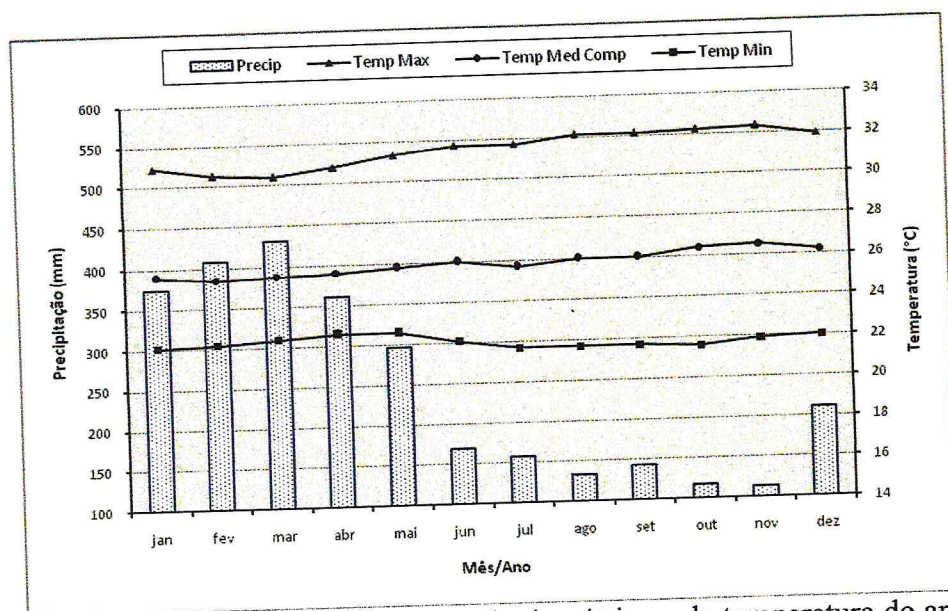


Figura 1: Variação temporal da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar em Belém, Pará, dentre os anos de 1999 e 2009. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

O período de menor precipitação pluviométrica, conhecido como verão amazônico, abrange os meses de junho a novembro, sendo outubro e novembro os meses com menor índice pluviométrico médio, ficando abaixo de 120 mm.

A Figura 1 mostra que a temperatura do ar apresenta pequena variação ao longo do ano devido à grande incidência de radiação solar que ocorre de janeiro a dezembro em virtude da latitude de Belém ser muito próxima do Equador. Assim, a temperatura mínima é de 22°C em média, podendo oscilar até um grau em torno deste valor. A temperatura máxima é

elevada em qualquer estação, porém a média varia de 30°C a 32°C. A amplitude térmica, portanto, varia de 8 a 10 graus, com temperatura média do ar alternando entre 25°C e 26°C.

Determinação dos teores dos minerais nas infusões (chás) das plantas

As equações das curvas analíticas com os respectivos coeficientes de determinação de R^2 obtidas para Fe, Zn, Cu, Mn, K, Ca, Mg, Na e K em HNO_3 1% (v/v), estão dispostos na Tabela 1. Pela análise dos valores de R^2 obtidos, pode-se afirmar que o modelo é linear.

Tabela 1: Condições instrumentais para as análises dos minerais.

Elemento	Equação da reta	Limite de detecção (mg/L)	R^2	$\lambda(\text{nm})$
Ca	$Y=72948x+10279$	0,0006	0,990	496,847
Cu	$Y=3720x+290,2$	0,0007	0,993	327,395
Fe	$Y=4129x+354,2$	0,0007	0,993	238,204
K	$Y=45769x+2059$	0,0006	0,997	766,491
Mg	$Y=86776x+7858$	0,0006	0,991	279,553
Mn	$Y=32499x+2563$	0,0005	0,993	257,610
Na	$Y=30054x+6283$	0,0005	0,994	588,995
Zn	$Y=2204x+162,9$	0,0001	0,994	213,857

Para a determinação do teor dos minerais nas infusões, utilizou-se para cada um dos elementos valores da curva de calibração, obtida a partir das diferentes concentrações da amostra padrão para cada um dos elementos.

Os resultados obtidos durante a análise para os minerais presentes no chá (infusão) das folhas dos táxons de *Croton* medicinais estão representados na Tabela 2, os quais mostram que em cada linha, médias seguidas de mesma letra (coluna minúscula e linha maiúscula) mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas para as concentrações dos minerais em (mg/L) nos dois períodos climáticos amazônicos analisados (mais chuvoso e menos chuvoso).

Os metais Fe, Zn, Cu, Mn, K, Ca, Mg, Na e K foram encontrados em todas as amostras. Os macronutrientes analisados (Ca, Na, Mg e K) apresentaram concentrações elevadas, valores importantes se considerarmos que são exigidos em maior quantidade pelo organismo humano. A análise da Tabela 2 permite identificar que houve diferenças

estatisticamente significativas quanto as concentrações dos minerais em (mg/L) nas amostras nos dois morfotipos de *Croton cajucara* “sacaca branca” e “sacaca vermelha” e *C. sacaquinha* “sacaquinha”. Para Graham (1992) a composição do chá pode varia de acordo com a estação do ano, clima, idade da folha e variedade do chá.

Tabela 2: Teor de minerais na infusão das folhas dos táxons de *Croton* medicinais (mg/L).

Minerais	Mais chuvoso			Menos chuvoso		
	<i>C. sacaquinha</i>	<i>C. cajucara</i> “sacaca branca”	<i>C. cajucara</i> “sacaca vermelha”	<i>C. sacaquinha</i>	<i>C. cajucara</i> “sacaca branca”	<i>C. cajucara</i> “sacaca vermelha”
Ca	478.23aE	239.25aE	500.71aE	424.82aE	362.31aE	113.09aE
Cu	9.39aE	10.31aE	7.80aE	6.89aE	6.78aE	7.78aE
Fe	2.59aE	1.13aE	0.73aE	1.84aE	0.64aE	0.76aE
K	6251.54aA	5416.96bB	6064.46bA	4629.37bB	6872.72aA	7308.81aA
Mg	1084.00aD	1220.00aD	1050.81aD	779.49aD	862.84aD	813.35aD
Mn	40.53aE	70.47aE	127.67aE	23.38aE	47.76aE	28.86aE
Na	946.70aD	2043.00aC	1056.07aD	378.13bE	1038.38bD	1468.00aC
Zn	15.01aE	18.99aE	132.41aE	8.55aE	15.58aE	13.80aE
Médias períodos		1116.198 a			1050.58 a	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$).

As médias seguidas pela mesma letra (coluna minúscula – período climático e linha maiúscula – minerais dentro e entre os períodos) não diferem estatisticamente entre si. Pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Dentre os metais detectados, o K foi o mineral mais concentrado entre os elementos investigados com resultados significativos em relação aos períodos mais e menos chuvoso, com maior concentração no período menos chuvoso em *C. cajucara* “sacaca vermelha” (7308.81mg/L) e *C. cajucara* “sacaca branca” (6872.72 mg/L) enquanto que em *C. sacaquinha* (6251.54mg/L) a elevação do teor foi no período mais chuvoso. Esse resultado está de acordo com Radomski e Wisniewski (2004) trabalhando com “espinheira-santa”. Silveira, (2009) também verificaram teor alto de K em *Alternanthera tenella* Colla e Franco et al., (2011) entre várias espécies analisadas o teor elevado de K destacou-se a espécie *Echinodorus macrophyllus* Mitch. (chapéu de couro). Wastowski et al., (2013) avaliando a presença dos minerais em infusões de várias espécies medicinais, o K foi o mais abundante.

O K é um dos minerais mais abundantes em vegetais (MARTINEZ et al., 2007). Além disso, é considerado um mineral de extrema importância para o bom funcionamento celular nos seres vivos. Está envolvido na manutenção de funções fisiológicas importantes, onde 5% do conteúdo total de minerais é de K; a recomendação da OMS (Organização

Mundial de Saúde) está entre 1800 a 2600mg/dia (COSTA, 2002; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998; BRASIL, 1998). Os valores de K descritos na Tabela 3 indicam que para atingir a quantidade recomendada pela OMS, em *C. Sacaquinha*, *C. cajucara* “sacaca branca” e *C. cajucara* “sacaca vermelha” independe do período climático deve-se ingerir de uma e meia a duas xícaras ao dia (Tabela 4), considerando uma xícara com 200 ml.

Mg foi o segundo elemento com teor elevado correspondendo ao período mais chuvoso em *C. cajucara* “sacaca branca” (1220.00 mg/L). Para Simon et al., (1999) e Pansera et al., (2003) existe variação do teor quando as plantas são coletadas e analisadas em períodos distintos. Segundo pesquisa de Martins et al., (2009) com espécies medicinais amazônicas as concentrações no chá de *Mikania lindleyana* verificou a presença de altos valores de Mg (4531 a 9370 mg/L).

No organismo humano todas as células e líquidos do corpo contêm Mg, em um adulto está presente em aproximadamente 20 a 28g, dos quais aproximadamente 60% se encontram nos ossos, 26% nos músculos e o restante nos tecidos moles corpóreos. A quantidade recomendada desse elemento que deve ser ingerida diariamente (OMS) é de 400-500 mg (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998, ALMEIDA, 2002). Considerando o teor de Mg (Tabela 3) para atingir a quantidade recomendada pela OMS, em *C. sacaquinha*, *C. cajucara* “sacaca branca” e *C. cajucara* “sacaca vermelha” a ingestão diária deve ser de duas a duas e meia xícaras, nos dois períodos climáticos (Tabela 4).

Os valores mais elevados de Na foram mostrados para o período mais chuvoso no morfotipo *C. cajucara* “sacaca branca” (2043.00 mg/L), divergindo muito do menor teor na espécie *C. sacaquinha* (378.13 mg/L). De acordo com Kara (2009), as plantas de espécies diferentes provavelmente apresentaram variações nas concentrações dos minerais, principalmente pelos aspectos fisiológicos e ambientais.

O elemento Na constitui 2% do conteúdo total de minerais no organismo e estão envolvidos na manutenção de funções fisiológicas importantes do organismo. A necessidade diária recomendada pela OMS é de 500 mg por dia (COSTA, 2002, MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998). Para atingir a recomendação de OMS a ingestão de Na em *C. sacaquinha* coletada no período chuvoso deve ser próximo de duas e meia xícara, enquanto que no período menos chuvoso de ser seis vezes maior. Para *C. cajucara* “sacaca branca” deve-se considerar o consumo de uma e meia no período mais chuvoso a duas e meia xícara no menos chuvoso em *C. cajucara* “sacaca vermelha” duas e meia na época mais chuvosa e uma e meia na menos chuvosa.

Tabela 3: Concentração de minerais (mg/L) calculados para uma xícara padrão de (200 ml) de infusão das folhas dos táxons de *Croton* medicinais para ingestão diária, segundo a OMS.

Minerais	Mais Chuvoso			Menos chuvoso		
	<i>C. sacaquinha</i>	<i>C. cajucara</i>		<i>C. sacaquinha</i>	<i>C. cajucara</i>	
	sacaquinha	sacaca branca	sacaca vermelha	sacaquinha	sacaca branca	sacaca vermelha
Ca	478,2(mg/L)	239,2(mg/L)	500,7(mg/L)	424,8(mg/L)	362,3(mg/L)	113,1(mg/L)
1 dia (200ml)	95,6	47,8	100,1	85,0	72,5	22,6
OMS 800-1200(mg/dia)	8,4 (x/dia)	16,7 (x/dia)	8,0 (x/dia)	9,4 (x/dia)	11,0 (x/dia)	35,4 (x/dia)
Cu	9,4(mg/L)	10,3(mg/L)	7,8(mg/L)	6,9(mg/L)	6,8(mg/L)	7,8(mg/L)
1 dia (200ml)	1,9	2,1	1,6	1,4	1,4	1,6
OMS 1,5 – 3 (mg/dia)	0,8 (x/dia)	0,7 (x/dia)	1,0 (x/dia)	1,1 (x/dia)	1,1 (x/dia)	1,0 (x/dia)
Fe	2,6(mg/L)	1,1(mg/L)	0,7(mg/L)	1,8(mg/L)	0,6(mg/L)	0,8(mg/L)
1 dia (200ml)	0,5	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2
OMS 10 – 20 (mg/dia)	19,3 (x/dia)	44,3 (x/dia)	68,5 (x/dia)	27,2 (x/dia)	78,5 (x/dia)	66,0 (x/dia)
K	6251,5(mg/L)	5417,0(mg/L)	6064,5(mg/L)	4629,4(mg/L)	6872,7(mg/L)	7308,8(mg/L)
1 dia (200ml)	1250,3	1083,4	1212,9	925,9	1374,5	1461,8
OMS 1800-2600(mg/dia)	1,4 (x/dia)	1,7 (x/dia)	1,5 (x/dia)	1,9 (x/dia)	1,3 (x/dia)	1,2 (x/dia)
Mg	1084,0(mg/L)	1220,0(mg/L)	1050,8(mg/L)	779,5(mg/L)	862,8(mg/L)	813,4(mg/L)
1 dia (200ml)	216,8	244,0	210,2	155,9	172,6	162,7
OMS 400 – 500 (mg/dia)	1,8 (x/dia)	1,6 (x/dia)	1,9 (x/dia)	2,6 (x/dia)	2,3 (x/dia)	2,5 (x/dia)
Mn	40,5(mg/L)	70,5(mg/L)	127,7(mg/L)	23,4(mg/L)	47,8(mg/L)	28,9(mg/L)
1 dia (200ml)	8,1	14,1	25,5	4,7	9,6	5,8
OMS 11(mg/dia)	1,4 (x/dia)	0,8 (x/dia)	0,4 (x/dia)	2,4 (x/dia)	1,2 (x/dia)	1,9 (x/dia)
Na	946,7(mg/L)	2043,0(mg/L)	1056,1(mg/L)	378,1(mg/L)	1038,4(mg/L)	1468,0(mg/L)
1 dia (200ml)	189,3	408,6	211,2	75,6	207,7	293,6
OMS 500 (mg/dia)	2,6 (x/dia)	1,2 (x/dia)	2,4 (x/dia)	6,6 (x/dia)	2,4 (x/dia)	1,7 (x/dia)
Zn	15,0(mg/L)	19,0(mg/L)	132,4(mg/L)	8,5(mg/L)	15,6(mg/L)	13,8(mg/L)
1 dia (200ml)	3,0	3,8	26,5	1,7	3,1	2,8
OMS 10 – 15 (mg/dia)	3,3 (x/dia)	2,6 (x/dia)	0,4 (x/dia)	5,8 (x/dia)	3,2 (x/dia)	3,6 (x/dia)

(x) = xícara

Dos macronutrientes analisados, Ca apresentou variação no teor entre os táxons, onde *C. cajucara* “sacaca vermelha” no período mais chuvoso evidenciou o maior teor (500.71 mg/L). O resultado está de acordo com o teor encontrado por Lopes (2001), onde Ca também apresentou níveis elevados em chás das folhas de *Ocimum basilicum* L. (alfavaca), *Spondias tuberosa* Arruda (cajá-umbu) e *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalipto). Yadav e Sehgal (1999), detectaram uma valor de 970 mg/100g em *Chenopodium alburne* e 2230 mg/100 g em *Trigonella foenumgraecum*.

No organismo humano, Ca é o mineral mais abundante, constituindo de 1,5 a 2% do peso corpóreo e 39% dos minerais corpóreos totais; 99% encontram-se nos ossos e dentes, o 1% restante está no sangue e líquidos extracelulares e dentro das células dos tecidos moles regulando muitas funções metabólicas importantes, também previne a osteoporose. As

ingestões médias diárias recomendadas são de 800-1200 mg (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998). Considerando que a indicação da OMS para a ingestão diária de Ca na infusão de *C. sacaquinha* independe do período climático coletado deve ser de aproximadamente nove xícaras. Já para *C. cajucara* “sacaca branca”, deve-se considerar a época, onde no período chuvoso deve-se consumir próximo de 16 xícaras de infusão e para o menos chuvoso 11 xícaras. Para *C. cajucara* “sacaca vermelha” deve-se tomar oito xícaras com o clima mais chuvoso e no menos chuvoso o equivalente a 35 xícaras, o que torna o chá pouco efetivo.

Entre os microminerais (Cu, Zn, Fe e Mn), chamados assim devido a baixa quantidade solicitada pelos organismos, embora essenciais para o seu funcionamento, indicaram concentrações menores (Tabela 3).

O conteúdo de Zn apresentou-se elevado em *C. cajucara* “sacaca vermelha” (132.41 mg/L) do período mais chuvoso, diferenciando muito em relação ao mesmo morfotipo, o qual apresentou teor menor (13,80 mg/L) no período menos chuvoso. Os teores de Zn foram similares aos descritos por Andrade et al., (2005).

Zn é o segundo micronutriente mais abundante no corpo (cerca 3 g em um adulto), presente nos tecidos, órgãos e fluidos corporais. O Zn não é armazenado em nosso organismo, por isso é importante a ingestão diária desse elemento, essencial para o desenvolvimento humano, sendo que os músculos, os ossos, a pele e o fígado representam os maiores “estoques” de zinco corpóreo, está presente em todos os tecidos e líquidos do organismo. Recomenda-se como ingestão para um adulto de 10 a 15 mg/dia (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998; OMS, 1998; ZALEWSKI, 2005). Para seguir a orientação da OMS deve-se beber 3 xícaras da infusão de *C. sacaquinha* independente da época coletada. *C. cajucara* “sacaca branca”, coletado no período mais chuvoso a quantidade deve ser de duas xícaras e no menos chuvoso próximo de três e meia. O consumo da infusão de *C. cajucara* “sacaca vermelha” coletada no período mais chuvoso deve ser menor que uma xícara, já no menos chuvoso a sugestão é de três e meia xícara.

Mn apresentou diferença no valor da concentração no morfotipos *C. cajucara* “sacaca vermelha”, onde no período mais chuvoso (127.67mg/L) e no menos chuvoso (28.86 mg/L). Amarante et al., (2011) observou os níveis de Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn no chá e matéria seca da folha de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, planta usada na medicina popular amazônica, os valores de Mn na infusão pode exceder a dose diária tolerável (11 mg), se o consumo deste chá for maior que 1,0 L por dia pode ser considerado como uma bebida tóxica e, portanto, a sua utilização não é recomendada.

O Mn tem a função de atuar contra a diabetes, aumentando a produção da insulina; atua no pâncreas, é necessário na ativação enzimática estando associado à formação dos tecidos conjuntivo e ósseo, crescimento e reprodução e metabolismo de carboidratos e lipídeos (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998, COSTA, 2002). Para o consumo indicado pela OMS a ingestão diária da infusão feita com *C. sacaquinha* deve ser de aproximadamente uma xícara e meia, considerando o período mais chuvoso e duas e meia no menos chuvoso. Para os morfotipos *C. cajucara* “sacaca branca” e *C. cajucara* “sacaca vermelha” de acordo com o clima mais chuvoso deve-se ingerir menos de uma xícara ao dia e quando menos chuvoso de aproximadamente uma e meia.

Em relação ao elemento Cu, a concentração manteve-se homogênea com pouca diferença de teor entre os dois períodos climáticos, onde *C. Cajucara* “sacaca branca” registrou 10.31 mg/L no período mais chuvoso e 6.78 mg/L no menos chuvoso. Próximo do teor de Cu na análise de Martins et al., (2009), onde as concentrações no chá de *Mikania lindleyana* foi de 9 mg/L. Sendo diferente do encontrado por Ramos et al., (2013) ao avaliar a composição mineral de chás de folhas *Cecropia palmata* (embaúba vermelha) em diferentes sazonalidades e certificar suas propriedades nutricionais, no período mais chuvoso ocorreu um aumento da concentração de Cu.

O mineral Cu embora apresente toxicidade inferior ao chumbo e cromo, em concentrações elevadas pode provocar alguns danos ao organismo humano, como causar deficiência de outros nutrientes e causar a dermatite de contato (MALAVOLTA; MORAES, 2007). Além disso, concentrações desse elemento podem inibir a competitividade e a absorção de Fe (FERRI, 2007; MALAVOLTA et al., 1997). As concentrações de Cu são maiores no fígado, cérebro, coração e rim, sendo recomenda como ingestão para um adulto deve ser de 1,5 a 3 mg/dia (OMS, 1998). Assim, considerando o ter elevado registrado na infusão dos táxons de *Croton*, deve haver atenção na quantidade a ser consumida diariamente. Em *C. sacaquinha* e no morfotipo *C. cajucara* “sacaca branca” o consumo deve ser menor que uma xícara quando coletada no período mais chuvoso, já no período menos chuvoso o consumo não deve passar de uma xícara. Em *C. cajucara* “sacaca vermelha” independente do período climático a ingestão deve ser de no máximo uma xícara.

Quanto aos níveis de Fe as amostra apresentaram teores menores em relação aos demais minerais, sendo 2.59 mg/L) na *C. sacaquinha*. Resultado semelhante ao encontrado por Andrade et al., (2005) em estudos feitos com a camomila referente ao metal Fe $3,38 \pm 0,37$ mg/100g.

No organismo humano existem de 3 a 5g de Fe, aproximadamente 2g como hemoglobina e 8 mg como enzimas, ambas as formas são muito importantes, o restante do ferro está distribuído pelo organismo desempenha muitas funções que resultam de suas propriedades físicas e químicas, principalmente sua habilidade de participar das reações de oxidação e redução. As quotas de Fe recomendadas pelo OMS são 10-20 mg/dia (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998, COSTA, 2002). O consumo diário para atingir o estipulado pela OMS considerando o teor identificado nas infusões dos *Croton* dever ser, em *C. sacaquinha* 19 xícaras no período mais chuvoso e 27 no menos chuvoso. Já *C. cajucara* “sacaca branca” o consumo deve ser de 44 xícaras no período mais chuvoso e 78 no menos chuvoso; em *C. cajucara* “sacaca vermelha” nos dois períodos climáticos a quantidade é de mais de 60 xícaras. Deve-se considerar que o elemento Fe está presente em vários alimentos consumidos diariamente.

Ainda com micronutrientes, outros trabalhos demonstram o teor dos minerais em diferentes plantas medicinais, como os resultados encontrados por Almeida (2002), quando comparando com os valores diários recomendados pela RDA e OMS, sugere estudos para a utilização de *Chenopodium ambrosioides* L. como uma fonte alternativa complementar de Na, K, Mg e Zn, e do *Ageratum conyzoides* L. como fonte de Ca, Mg e Fe na dieta alimentar. Embora *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown e *Justicia gendarussa* L. tenham apresentado elevados valores de Ca, recomenda-se uma certa prudência quanto ao uso desse vegetal, devido aos significativos teores encontrados para Al.

O uso dos *Croton* com potencial medicinal não garante a segurança do medicamento fitoterápico e os aspectos nutritivos dos minerais. Por isso, devem ser utilizadas com cuidado, respeitando seus riscos toxicológicos. Vale ressaltar que são necessários estudos para verificar a toxicidade a ação medicamentosa, a partir de ensaios pré-clínicos e clínicos, considerando os usos locais.

4 CONCLUSÃO

Este estudo é pioneiro ao reportar a composição mineral com *Croton* medicinais nativos da região Amazônica.

A sazonalidade climática demonstrou não exercer influencia no teor de minerais determinados.

Comparando os resultados obtidos os teores dos minerais nos dois períodos climáticos mais e menos chuvosos mostraram um comportamento uniforme, seguindo a tendência de distribuição em ordem crescente: $K > Na > Mg > Ca > Mn > Zn > Cu > Fe$.

Os morfotipos *C. cajucara* “sacaca branca” e “sacaca vermelha” e *C. sacaquinha* apesar de apresentarem um teor alto dos metais K, Mg, Na e Ca, podem ser usadas como matéria prima na fabricação de produtos alimentícios. Vale ressaltar que são necessários estudos para verificar a toxicidade a ação medicamentosa, a partir de ensaios pré-clínicos e clínicos associada aos aspectos nutritivos dos minerais, considerando os usos locais.

REFERÊNCIAS

ABREU, A da S.; BARBOSA, P. S.; MÜLLER, A., H.; GUILHON, G.M. S. P. constituintes químicos do caule e das cascas do caule de *Croton pullei* VAR. *Glabrior* (EUPHORBIACEAE). **Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA** <http://www.ufpa.br/revistaic> Vol 1, No 2, Julho 2001. Acesso em: març. 2013.

AL-AWADI, F. M.; SRIKUMAR, T. S. Trace-element status in milk and plasma of Kuwaiti and non-Kuwaiti lactating mothers. **Nutrition**, v.16, p.1069-73, 2000.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, v.11, n.3, p. 253 – 262, 2005.

ANDRADE, E. C. B.; ALVES, S. P.; TAKASE, I. Extração sequencial de cobre, ferro e zinco em ervas medicinais. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 25, p. 844-848, 2005

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 161, 105-121, 2009.

ARABBI, P. R. Functional foods: general aspects. Nutrire: **Revista Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 21, p. 87-102, jun. 2001

BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. UFV, Viçosa, v2, 2ª ed. 376p. 1991.

BATTESTIN, L. et al. Análise de cálcio em diferentes tipos de bebidas. **Visão Acadêmica**, v. 3, n. 2, p. 79-86, 2002.

BERRY, P. E.; HIPPI, A. L.; WURDACK, K. J.; VAN E., B.; RIINA, R. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and trn L-trn F sequence data. **American Journal of Botany** 92: 1520-1534. 2005.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Recommended dietary allowances (RDA). Ingestão diária recomendada (IDR) de vitaminas, minerais e proteínas. Portaria no 33, de 13

de janeiro de 1998. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção I-E, p. 5, jan. 1998.

BERG, M. E. **Plantas medicinais na Amazonia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático e meio-norte do Brasil. 3 ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 268p.

CAMPESATO, V. R. **Uso de plantas medicinais durante a gravidez e risco para malformações congênitas**. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) -Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2005

CONCEIÇÃO, C. C. da. **Ocorrência e caracterização botânica e fitoquímica de sacaca (*Croton cajucara* Benth.) no nordeste paraense**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000.76p. (Dissertação mestrado).

RADOMSKI, M. J.; WISNIEWSKI, C. Teores de elementos químicos hidrossolúveis em folhas de espinheira santa (*Maytenus ilicifolia* Schard.) Planch. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Botucatu,v.6,n.3,p.64-68, 2004.

DELAPORTE, R. H. et al. Estudo mineral das espécies vegetais *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze e *Bouchea fluminensis* (Vell) Mold., **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 15, n. 2, abr/jun 2005.

EDER, A. Talassoterapia em Casa. 10ª edição. Editora Pensamento Cultrix LTDA. São Paulo. pp 32-36, 38-39. 2010

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar JAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, jul. 2004.

FRANCO, M. J.; CAETANO, I. C. da S.a; CAETANO, J., DRAGUNSKI, D. C. determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-Pr. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 121-127, maio/ago, 2011.

GRAHAM, H. N. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. **Preventive Medicine**,v. 21, n. 3, p. 334-350, 1992.

HAN, L. K. et al. Antiobesity action of oolong tea. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 23, p. 98-105, 1999.

KALIL FILHO, A. N.; KALIL, G. P. C.; LUZ, A. I. R. Conservação de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais da Amazônia brasileira para uso humano. 2000. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 50).

LAMEIRA, O. A. et al. Plantas Medicinais: Uso e Manipulação. Comunicado Técnico, 128, Belém -PA. 2004.

LEŚNIEWICZ, A.; JAWORSKA, K.; ŻYRNICKI, W. Macro-and micro-nutrients and their bioavailability in polish herbal medicaments. **Food Chemistry**, v. 99, p. 670-679, 2006

LOPES, M. F. G.; ALMEIDA, M. M. B.; NOGUEIRA, C. M. D. Caracterização fitoquímica de algumas espécies de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Planats medicinais**, v.,n.1,p.95-98, 2001.

MACARI, P. A. T; SOUSA, R. R.; CRESPO, M. L. L; MARTINS, P. A.; VIEIRA, J. D. D.; VELOSA, A. C.; FÁVERO, O; GOMES, E. P. C. Comparação entre os metais presentes em *Croton floribundus* Spreng. e *Baccharis dracunculifolia* DC. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 12(Supl. 1): 76-77. 2002.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Nickel: from toxic to essential nutrient, **Better Crops**, v. 91, n. 3, p. 26-27, 2007

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 9 ed. São Paulo: Roca, 1998. p. 201-202.

MARTINEZ, S. et al. The composition of Arnoia peppers (*Capsicum annuum* L.) at different st ages of maturity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 58: 150-161, 2007.

MARTINS, A. S. R.; ALVES, C. N.; LAMEIRA, O. A.; SANTOS, A. S.; MÜLLER, R. C. S. Avaliação de minerais em plantas medicinais amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19(2B): Abr./Jun. 2009.

PANSERA, M. R.; SANTOS, A. C. A.; PAESE, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M.; ROTA, L.D.; PAULETTI, G. F.; SERAFINI, L. A. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Rev Bras Farmacogn**, 13: 17-22. 2003.

RADOMSKI, M.I.; WISNIEWSKI, C. Teores de elementos químicos hidrossolúveis em folhas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss.). **Revista Brasileira de Planats medicinais**, v.6, n.3, p.65-68, 2004.

SECCO, R. S. 2009. A new species de *Croton* sect. *Geiseleria* (Euphorbiaceae) from Eastern Amazonian, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, 32(2): 249-252. (in Portuguese, with abstract in English).

SEILER, H. G.; SIGEL, H. **Handbook on toxicity of inorganic compounds**. New York: Marcel Dekker, 1988.

SILVEIRA, L. M. DA S.,; 1; OLEA, R. S. G.; AMARANTE JUNIOR, O. P. DE; MARIZ, S. R. Extração de minerais em planta de uso medicinal através da infusão e digestão por microondas. **Rev. Bras. Farm.**, 90(2), 2009.

SIMON, B. F.; CADAHIA, E.; CONDE, E. Evolution of phenolic compounds of spanish oak wood during natural seasoning. First results. **Journal of Agricultural Food Chemistry** , 47, p. 1687 – 1694, 1999.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

WASTOWSKI, A. D.; , RIGON, J. P. G.; CHERUBIN, M. R.; ROSA, G. M. DA ; SILVA, P. R. B. DA; CAPUANI, S. Determination of the inorganic constituents of commercial teas and their infusions by the technique of energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry. **Journal of Medicinal Plants Research**. Vol. 7(5), pp. 179-185, 3, 2013.

WEBSTER, G. L..Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Ann. Missouri Bot. Gard.** 81:33-144, 1994.

YADAV, S.V. e SEHGAL, S. Effect of domestic processing on tot al and extractable calcium and zinc content of bathua (*Chenopodium album*) and fenugreek (*Trigonellafoenum graecum*) leaves. **Plant Foods for Human Nutrition**, 53: 255-263, 1999.

ZANGARO, W. et al. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi, Paraná. **CERNE**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 77-87, 2002.

ZALEWSKI, P. D.; TRUONG-TRAN, AI Q.; GROSSER, D.; JAYARAM, L.; MURGIA, C; RUFFIN, R. E. “ Zinc metabolism in airway epithelium and airwayinflammation: basic mechanisms and clinical targets. A review”. **Pharmacology e Therapeutics**, v. 105, p. 127, 2005.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Estudos com plantas medicinais atualmente, visam otimizar a obtenção de resultados por diferentes abordagens, tais como análises estruturais dos componentes orgânicos e inorgânicos, além dos aspectos climáticos e fenológicos. Gerando a identificação de compostos secundários e seus locais de síntese e/ou armazenamento e melhorar a produtividade e potencial de utilização. Bem como, selecionar variedades mais adaptadas e uniformizar a produção, possibilitando sua introdução em plantios comerciais.

Em virtude da semelhança quanto às aplicações medicinais e as denominações populares de “sacaca”, aliado a pouca informação sobre comportamento sazonal dos componentes orgânicos e inorgânicos, culminou no desenvolvimento desta Tese, visando contribuir para diferenciação e certificação das espécies na região Amazônica, bem como fornecer informações adicionais sobre espécies deste gênero.

De uma maneira geral, os resultados apontaram para várias estruturas morfoanatômicas que diferenciam os táxons como a presença de tricomas com diferentes formas (tufos, estrelados com células secretoras na base, cuminado com pelos adjacentes, simples aculeados). Além de que, os caracteres morfo-anatômicos dos morfotipos de *C. cajucara* e da espécie *C. sacaquinha*, considerados em conjunto, contribuem na identificação da planta medicinal. Essas informações constituem-se em importantes dados diferenciais entre os táxas do gênero analisado e, portanto, são úteis para a autenticidade botânica.

Em relação a fenologia dos táxons estudados, indicam que existe influência da sazonalidade, o que pode estar associado às características do clima amazônico. A alta sincronia entre morfotipos de *Croton cajucara* e os fatores climático é uma característica que serve como informação para o manejo, servindo para indicar o período de coleta desejado para a indústria farmacêutica.

Os resultados obtidos da quantificação dos minerais nos dois períodos climáticos amazônicos mostraram um comportamento uniforme, seguindo a tendência de distribuição em ordem crescente: $K > Na > Mg > Ca > Mn > Zn > Cu > Fe$. Além disso, deve-se ter cuidado na utilização das infusões (chás), pois são necessários estudos para verificar a toxicidade e a ação medicamentosa associada aos aspectos nutritivos dos minerais e testar suas respectivas ações farmacológicas considerando os usos locais.