

JACILENE BEZERRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO EXTRATIVISMO DA CASCA DO CAULE SOBRE O SUCESSO
REPRODUTIVO PRÉ-EMERGENTE DE *Himatanthus drasticus* [MART.]
PLUMEL (APOCYNACEAE) E *Stryphnodendron rotundifolium* MART.
(FABACEAE, MIMOSOIDAE)**

RECIFE

2013

JACILENE BEZERRA DA SILVA

INFLUÊNCIA DO EXTRATIVISMO DA CASCA DO CAULE SOBRE O SUCESSO REPRODUTIVO PRÉ-EMERGENTE DE *Himatanthus drasticus* [MART.] PLUMEL (APOCYNACEAE) E *Stryphnodendron rotundifolium* MART. (FABACEAE, MIMOSOIDAE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

Orientadora:

Profa. Dra. Cibele Cardoso de Castro
Unidade Acadêmica de Garanhuns/ UFRPE

Coorientador:

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque
Departamento de Biologia, Área de Botânica/ UFRPE

RECIFE

2013

Ficha Catalográfica

S586e Silva, Jacilene Bezerra da
Influência do extrativismo da casca do caule sobre o
sucesso reprodutivo pré-emergente de *Himatanthus drasticus*
[Mart.] Plumel (Apocynaceae) e *Stryphnodendron*
rotundifolium Mart. (Fabaceae, Mimosoidae) / Jacilene
Bezerra da Silva. – Recife, 2013.
55 f.: il.

Orientador (a): Cibele Cardoso de Castro.
Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de
Biologia, Recife, 2013.
Inclui referências e anexo(s).

1. Produtos florestais não madeireiros, 2. Látex
3. Desempenho reprodutivo, 4. Sustentabilidade
I. Castro, Cibele Cardoso de, Orientadora II. Título

CDD 574.5

INFLUÊNCIA DO EXTRATIVISMO DA CASCA DO CAULE SOBRE O SUCESSO REPRODUTIVO PRÉ-EMERGENTE DE *Himatanthus drasticus* [MART.] PLUMEL (APOCYNACEAE) E *Stryphnodendron rotundifolium* MART. (FABACEAE, MIMOSOIDAE)

Jacilene Bezerra da Silva

Dissertação apresentada em: __/__/__

ORIENTADORA: _____

Dr. Cibele Cardoso de Castro
Unidade acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco

BANCA AVALIADORA:

Dr. Isabel Cristina Sobreira Machado
Departamento de Biologia, Universidade Federal de Pernambuco
(Avaliador Titular)

Dr. Marcelo Alves Ramos
Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco
(Avaliador Titular)

Dr. Margareth Ferreira Sales
Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Avaliador Titular)

Jacilene Silva de Almeida Cortez
Departamento de Biologia, Universidade Federal de Pernambuco
(Avaliador Suplente)

DEDICATÓRIA

A minha família
e a todos que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido a graça da vida.

À minha família, em especial a minha querida mãe Dalva Maria pelo o seu apoio incondicional.

Ao meu amigo e companheiro Leonardo Barbosa, pelo o seu incentivo e ajuda em campo, além de toda a paciência, amor e dedicação.

Aos meus orientadores Cibele Cardoso de Castro e Ulysses Paulino de Albuquerque pelas suas orientações, críticas, incentivos e pelos ensinamentos transmitidos durante a jornada do mestrado.

À CAPES pela bolsa concedida e à FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) pelo suporte material e financeiro que foram de extrema importância para a realização deste projeto.

À todos os colegas do mestrado em Ecologia principalmente os amigos André Borba e Luciana do Nascimento, pelos bons momentos juntos e pela a ajuda concedida durante esse período tão importante.

Ao pessoal que trabalha na FLONA Araripe, Gilmário, Israel, Rivaldo, Capitão, Thiago, Luis, Zé Procópio, seu Tiquinho e aos integrantes das brigadas de incêndio, pelo apoio, hospitalidade e principalmente pela amizade e pelo os bons momentos que vivenciamos juntos.

Aos integrantes do Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas (LERA) e Laboratório de Etnobotânica Aplicada (LEA).

Aos professores e coordenadores do mestrado em Ecologia, pelo apoio e suporte concedido durante a realização deste projeto.

A todos, muito abrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 O extrativismo de PFNMs e seus efeitos sobre a ecologia de plantas.....	15
2.2 A alocação de recursos no processo reprodutivo dos vegetais.....	17
2.3 Considerações sobre a biologia e uso medicinal do gênero <i>Himatanthus</i>	19
2.4 Considerações sobre a biologia e uso medicinal do gênero <i>Stryphnodendron</i>	20
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO 1. Influência do extrativismo da casca do caule sobre o sucesso reprodutivo pré-emergente de <i>Himatanthus drasticus</i> [Mart.] Plumel (Apocynaceae) e <i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart (Fabaceae, Mimosoidae) no nordeste do Brasil.....	29
Resumo.....	30
1. Introdução.....	31
2. Materiais e métodos.....	32
2.1. Área de estudo.....	32
2.2. Espécies estudadas.....	33
2.3. Efeito do extrativismo sobre o sucesso reprodutivo.....	34
2.4. Análise de dados.....	36
3. Resultados.....	36
3.1. <i>Himatanthus drasticus</i>	36
3.2. <i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	36
4. Discussão.....	37
5. Conclusões e recomendações de gestão.....	39
Referências.....	40
ANEXO 1: Normas para publicação na revista Journal of Applied Ecology.....	54

LISTA DE TABELAS

Influência do extrativismo da casca do caule sobre o sucesso reprodutivo pré-emergente de *Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel (Apocynaceae) e *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. (Fabaceae, Mimosoidae)

- Tabela 1 Produção média de pólen, óvulo e viabilidade polínica (%) dos indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Desvios padrão encontram-se entre parênteses. Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença significativa pelo teste t ($p < 0.05$). 45
- Tabela 2 Características reprodutivas de indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. PERS: sucesso reprodutivo pré-emergente (Wiens *et al.* 1987). 46
- Tabela 3 Produção média de grãos de pólen, óvulos e viabilidade polínica das flores hermafroditas e masculinas (n=20 por indivíduo) de *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Mata Úmida no nordeste brasileiro. Desvios padrão encontram-se entre parênteses. Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença significativa pelo teste t ($p < 0.05$). 47

LISTA DE FIGURAS

Influência do extrativismo da casca do caule sobre o sucesso reprodutivo pré-emergente de *Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel (Apocynaceae) e *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. (Fabaceae, Mimosoidae)

- Figura 1 Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Brasil. Fonte: Ministério do Meio Ambiente. 48
- Figura 2 Produção média de inflorescências, botões e flores entre indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos), nos meses de outubro e novembro de 2012, em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Letras minúsculas diferentes dentro de cada comparação representam diferença significativa pelo teste t ($p < 0.05$). INF: inflorescências; BO: botões; FL: flores; C: controle; T: tratamento. 49
- Figura 3 Média da produção de frutos entre os indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento n=15 para ambos), nos meses de dezembro de 2012 e janeiro 2013, em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Letras minúsculas diferentes dentro de cada comparação representam diferença significativa pelo teste t ($p < 0.05$). FC: fruto controle, FT: fruto tratamento. 50
- Figura 4 Média das características físicas entre os diásporos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento n=15 para ambos) em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Letras minúsculas diferentes dentro de cada comparação representam diferença significativa pelo teste Tukey *a posteriori* ($p < 0.05$). F: frutos; S: sementes; AL: altura; LA: largura; PE: peso; C: controle; T: tratamento. 51
- Figura 5 Produção de estruturas reprodutivas em *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae) nos meses de novembro e dezembro de 2012 entre indivíduos sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule 52

(tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Mata Úmida no nordeste brasileiro. Letras minúsculas iguais dentro de cada comparação representam diferença não significativa pelo teste t ($p < 0.05$). I: inflorescências; BO: botões; FL: flores; HE: hermafroditas; MI: mistas; C: controle; T: tratamento.

Figura 6 Proporção média de flores hermafroditas e masculinas produzidas por 53 inflorescências mistas (n=50 por indivíduo) de *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae) em indivíduos sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos), nos meses de novembro e dezembro de 2012, uma área de Mata Úmida no nordeste brasileiro. Letras minúsculas iguais dentro de cada comparação representam diferença não significativa pelo teste χ^2 ($p < 0.05$). HERC: hermafroditas controle; HERT: hermafroditas tratamento; MASC: masculinas controle; MAST: masculinas tratamento.

RESUMO

Embora a coleta de produtos florestais não madeireiros (PFNMs) seja considerada menos impactante para os ecossistemas do que o extrativismo madeireiro, existem evidências de que esses recursos são explorados de maneira não sustentável, pois afetam a dinâmica das populações que são alvo dessa atividade. A casca do caule e o látex de algumas espécies vegetais constituem PFNMs de valor medicinal e econômico amplamente difundidos em todo o mundo. Em áreas de Cerrado e de Florestas Úmidas no Nordeste do Brasil, populações humanas locais extraem a casca do caule de *Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel (para coleta do látex) e de *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. para fins medicinais. A retirada da casca dessas espécies na região é uma atividade muito difundida localmente, no entanto não se conhecem os efeitos dessa atividade para a biologia e ecologia das mesmas. O presente trabalho teve como objetivo verificar as consequências da retirada da casca do caule de *H. drasticus* e *S. rotundifolium* sobre o desempenho reprodutivo destas espécies. A nossa hipótese é de que tal atividade interfere negativamente em sua capacidade reprodutiva. Foram selecionados 30 indivíduos sem sinal de extração para cada espécie, com altura e diâmetro semelhantes, e metade destes foi submetida à extração da casca. As dimensões da área extraída foram baseadas naquelas realizadas por extrativistas locais na área de estudo. Comparamos entre os dois grupos de indivíduos (extraídos-tratamento; não extraídos-controle) o número de inflorescências, botões, flores, pólen, óvulos, frutos e sementes, bem como características das dimensões de frutos e sementes e o sucesso reprodutivo pré-emergente. Todos os parâmetros reprodutivos de *H. drasticus* foram afetados negativamente pela retirada da casca, exceto a produção de pólen e de óvulos. Em contra partida, os únicos parâmetros reprodutivos de *S. rotundifolium* afetados negativamente pela retirada da casca foram produção de pólen e de óvulos. A extração da casca das espécies estudadas compromete sua reprodução e, conseqüentemente, a geração de novos indivíduos, sugerindo que a referida atividade extrativista pode não ser sustentável.

Palavras chave: Produtos florestais não madeireiros, látex, desempenho reprodutivo, sustentabilidade.

ABSTRACT

Although the collection of non-timber forest products (NTFPs) is considered less harmful to ecosystems than timber extraction, there is evidence that these resources are exploited unsustainably, because they affect the dynamics of populations that are targeted in this activity. The latex and the stem bark of some plant species are NTFPs of medicinal and economic value, spread widely throughout the world. In areas of Cerrado and Moist Forests in Northeastern Brazil, local human populations extract the stem bark of *Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel (to collect the latex) and *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. for medicinal use. The removal of the bark of these species in the region is a very common activity locally, however there are no known consequences of this activity to the biology and ecology of these. The present study aims to verify the consequences of the extraction of stem bark of *H. drasticus* e *S. rotundifolium* on reproductive performance of these species. Our hypothesis is that such activity interferes negatively in their reproductive capacity. We selected 30 individuals without extraction of each species, with similar height and diameter, and half was subjected to the extraction of the bark. The dimensions of the extracted area were similar to those performed by extraction of the region in the study area. The dimensions of the extracted area were similar to those performed by extraction of the region in the study area. Compared between the two groups of individuals (extracted-treatment; non-extracted control) the number of inflorescences, buds, flowers, pollen, ovules, fruits and seeds, as well as characteristics of fruit and seed size and reproductive success preemergent. All reproductive parameters of *H. drasticus* were negatively affected by the extraction of the bark, except for the production of pollen and ovules. By contrast, the only reproductive parameters in *S. rotundifolium* negatively affected by the extraction of the bark were producing pollen and ovules. The extraction of the bark of the species undertakes its reproduction and hence the generation of new individuals, suggesting that this activity may not be sustainable extractive.

Key words: Non-timber forest products, latex, reproductive performance, sustainability.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O incentivo ao uso de produtos florestais não madeireiros (PFNMs) se baseia na possibilidade de melhoria da qualidade de vida de populações locais por meio da geração de renda, sem gerar fortes impactos sobre a ecologia das espécies manejadas. Por muito tempo acreditou-se que não houvesse impactos sobre as populações alvo do extrativismo (ENDRESS *et al.* 2004). No entanto, estudos mais recentes já discutem que a contínua extração destes recursos pode causar danos às populações de organismos no ambiente natural, trazendo conseqüências graves para as comunidades ecológicas e os ecossistemas (PERES *et al.* 2003; TICKTIN 2004; SOLDATI & ALBUQUERQUE 2010).

A avaliação da sustentabilidade de populações de plantas submetidas ao extrativismo de PFNMs é mais comumente realizada por meio da elaboração de modelos demográficos (BOOT & GULLISON 1995) e geralmente envolve espécies de palmeiras e de herbáceas (ENDRESS *et al.* 2004; TICKTIN *et al.* 2004). Poucos estudos utilizam parâmetros reprodutivos nessa avaliação (RIJKERS *et al.* 2006; GAOUE & TICKTIN 2008) e estes indicam que o extrativismo afeta a produção (número e tamanho) de frutos e sementes (RIJKERS *et al.* 2006; GAOUE & TICKTIN 2008; SCHUMANN *et al.* 2010), a taxa de germinação de sementes (RIJKERS *et al.* 2006), a duração, a frequência e a probabilidade de eventos fenológicos reprodutivos, e que esses efeitos dependem da intensidade de exploração do recurso (RIJKERS *et al.* 2006; GAOUE & TICKTIN 2008).

Como exemplo de extrativismo de PFNMs pode-se mencionar a casca e o látex de certas espécies vegetais, os quais são amplamente difundidos devido ao seu uso medicinal por populações humanas em todo o mundo (CUNNINGHAM 2001; TICKTIN 2004; LUCETTI *et al.* 2010). Ambos são extremamente importantes para a manutenção fisiológica das espécies vegetais (CUNNINGHAM 2001; RIJKERS *et al.* 2006), e a coleta desordenada destes produtos implica em uma grande demanda de recursos realocados para substituir o material perdido (RIJKERS *et al.* 2006; GAOUE & TICKTIN 2008). Tais recursos poderiam ser empregados em outras funções importantes da planta como, por exemplo, a reprodução (PRIMACK 1987). No entanto, são raros os estudos que abordam os efeitos que a retirada da casca seja para uso direto desta parte ou para a coleta de exsudados como o látex, podem acarretar para a biologia reprodutiva das espécies.

Na Floresta Nacional do Araripe (FLONA, situada na APA Araripe, divisa dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco), as populações humanas locais retiram a casca da janaguba (*Himatanthus drasticus*, [Mart.] Plumel, Apocynaceae), para obtenção do látex, conhecido popularmente na região como leite da janaguba, que possui um amplo espectro de uso

medicinal no norte e no nordeste, atingindo desde o tratamento de inflamações uterinas, gastrite, uso veterinário, uso em emplastos, fortificante, complemento alimentar, até o tratamento de câncer (MIRANDA *et al.* 2000; FRANÇA *et al.* 2011; LINHARES *et al.* 2011). Os extrativistas da região também retiram a casca do barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium*, Mart., Fabaceae, Mimosoidae) para uso próprio e para comercialização em feiras locais. Sabe-se que a casca das espécies desse gênero tem propriedades antiinflamatórias, antimicrobianas e gastroprotetoras (AUDI 2004; OLIVEIRA *et al.* 2007).

A extração da casca do caule da janaguba e do barbatimão na FLONA Araripe é uma atividade muito difundida localmente há muitos anos, tendo importância econômica, social e cultural, porém não se conhecem as conseqüências que essa atividade pode trazer para a biologia e ecologia destas espécies. Diante do exposto, nosso estudo visou compreender como a retirada da casca destas plantas interfere no desempenho reprodutivo das mesmas. A nossa hipótese é que tal atividade extrativista realizada pelas populações locais do entorno da FLONA Araripe pode trazer danos para o desempenho reprodutivo das espécies em questão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O extrativismo de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs), com ênfase na retirada da casca, e seus efeitos sobre a ecologia das plantas

Pode-se definir o termo “Produto Florestal Não Madeireiro” (PFNM) como todo material biológico, excetuando-se madeira, extraído dos ecossistemas e utilizado para fins de subsistência, destinado ao mercado, ou ainda que possua significado cultural ou religioso (WICKENS 1991). Os PFNMs podem ser obtidos de ecossistemas naturais, manejados ou degradados (CHAMBERLAIN *et al.* 1998). Sua definição muitas vezes pode ser tão abrangente de modo a incluir produtos obtidos via coleta, caça ou pesca (NEUMANN & HIRSCH 2000). Soldati e Albuquerque (2010) incluem neste grupo os produtos vegetais, nativos ou exóticos, que tenham como finalidade suprir a necessidade de subsistência das populações locais ou para comercialização.

Existem várias categorias de uso dos produtos extraídos de ambientes naturais por comunidades humanas, sendo o uso medicinal um dos mais expressivos (COSTA 2009). No caso de plantas, coletam-se indivíduos inteiros (principalmente de espécies aromáticas e medicinais) ou partes delas, tais como raízes, cascas, fibras, flores, frutos, sementes, óleos e resinas (VASQUES & GENTRY 1989; PETERS 1996; NANTEL *et al.* 1995; TICKTIN 2004; SOLDATI & ALBUQUERQUE 2010), ou ainda meristema apical e bainha de folhas jovens (PEÑA-CLAROS & ZUIDEMA 2000). No caso de animais e produtos derivados,

pode-se citar mel e cera de abelha (KIM *et al.* 2008). Os PFNMs mantêm uma ligação de fundamental importância entre as pessoas e os vários ecossistemas, desempenhando um papel relevante para as comunidades locais, pois influenciam a cultura, ajudam a preservar o conhecimento tradicional e religioso, além de contribuir para a construção da identidade étnica desses povos (SOLDATI & ALBUQUERQUE 2010).

Mesmo diante do longo histórico do uso de PFNMs de origem vegetal, somente a partir da década de 1980 foram realizados trabalhos de levantamento do seu potencial econômico (eg. PETERS *et al.* 1989). Desde então, o uso de PFNMs tornou-se um modelo de sustentabilidade, quando comparado ao extrativismo da madeira, pois seriam capazes de gerar inclusão social e econômica de comunidades locais. Isto porque, para muitas pessoas que possuem baixo poder aquisitivo e poucas oportunidades de emprego, o extrativismo pode representar uma atividade econômica que garante a complementação da renda familiar, melhorando a sua qualidade de vida (KIM *et al.* 2008; HEUBACH *et al.* 2011). Segundo esta perspectiva, as comunidades locais tenderiam a conservar os recursos naturais se recebessem benefícios econômicos, através de atividades relativamente menos impactantes, contribuindo para a manutenção dos ecossistemas nativos (HALL & BAWA 1993; PHILLIPS 1993; PETERS 1996).

Entretanto, alguns estudos registraram que os níveis (PERES *et al.* 2003; BOTHA *et al.* 2004) e a frequência (PETTERS 1996) do extrativismo de PFNMs podem afetar negativamente a manutenção das populações utilizadas (TICKTIN 2004), o que pode provocar consequências maiores no nível de comunidades e ecossistemas, além de contribuir para formação de novos nichos econômicos e aumentar o consumismo, podendo tornar a atividade não sustentável (SOLDATI & ALBUQUERQUE 2010). Esses dados indicam a necessidade de estudos que determinem as taxas sustentáveis de extrativismo de PFNMs, tanto do ponto de vista de conservação de recursos naturais quanto de viabilidade econômica da atividade (BOOT & GULLISON 1995). Porém são raros os trabalhos que quantificam os danos causados pela super exploração dos PFNMs sobre as populações naturais de plantas, o que torna inviável abordar esse aspecto na construção de planos de manejo e conservação (HALL & BAWA 1993). No Brasil, alguns estudos apontam as cascas das plantas como a parte preferencialmente explorada na medicina popular de comunidades inseridas na Caatinga e no Cerrado (BORGES FILHO & FELFILI 2003; MONTEIRO *et al.* 2006; OLIVEIRA *et al.* 2007; LINS NETO *et al.* 2008; CARVALHO 2009; SOLDATI & ALBUQUERQUE 2011; FERREIRA JUNIOR *et al.* 2012), e que as espécies que apresentam uma alta versatilidade de uso apresentam também uma alta incidência de coleta (FEITOSA 2012;

FERREIRA JUNIOR *et al.* 2012). A retirada da casca também pode ocorrer para obtenção de exsudados da madeira como a resina (RIJKERS *et al.* 2006) e o látex (LUCETTI *et al.* 2010).

Geralmente, há preferência das populações humanas em extrair a casca de indivíduos de maior diâmetro, e como essa extração muitas vezes causa a morte desses indivíduos, então o foco de coleta é deslocado para indivíduos menores, prejudicando assim toda a dinâmica populacional da espécie, conforme registrado para *Stryphnodendron rotundifolium* na FLONA do Araripe (FEITOSA 2012), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (FERREIRA JUNIOR *et al.* 2012) e *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (LINS NETO *et al.* 2008) na Caatinga.

A coleta intensa da casca pode acarretar na morte dos indivíduos alvo do extrativismo se houver o anelamento e, quando não há morte, a retirada da casca pode interferir no sucesso reprodutivo dos indivíduos manejados, uma vez que o redirecionamento de recursos para repor a estrutura danificada pode levar a uma menor disponibilidade destes recursos para a produção de estruturas reprodutivas (RIJKERS *et al.* 2006; GAOUE & TICKTIN 2008).

Poucos estudos utilizam parâmetros reprodutivos para avaliação dos impactos causados pela extração da casca de espécies vegetais (GUEDJE *et al.* 2007; GAOUE & TICKTIN 2008; STEWART 2009). Stewart (2009) ao estudar o extrativismo da casca de *Prunus africana* (Hook. f.) Kalkm. em florestas nos Camarões, constatou que a atividade pode contribuir para mudanças na estrutura populacional da espécie, interferindo na significativa mortalidade dos indivíduos adultos reprodutivos (cerca de 50% de mortalidade), o que conseqüentemente reduz a produção de frutos e afeta a regeneração natural da espécie, podendo colocá-la em risco de extinção em um futuro muito próximo.

Guedje *et al.* (2007) demonstraram que o extrativismo da casca de *Garcinia lucida* Vesque em florestas nos Camarões pode levar à morte dos indivíduos quando ocorre a ruptura completa do tecido cambial, afetando a estrutura populacional da espécie, especialmente quando as mortes ocorrem em indivíduos reprodutivos. Em *Boswellia papyrifera* Del. são feitas incisões na casca do tronco por extratores em regiões da África para a obtenção de resina usada na produção de incenso. Segundo Rijkers *et al.* (2006), os indivíduos desta espécie sujeitos ao processo de extração produzem menos flores, frutos e sementes em relação aos indivíduos isentos da extração. Além disso, as árvores com a casca extraída produziram frutos menores, com sementes de menor peso e menor taxa de viabilidade que as árvores sem extração, indicado que tal atividade extrativista interfere negativamente no desempenho reprodutivo da espécie estudada.

De maneira geral, são poucos os estudos que tratam da ação do extrativismo de PFNMs sobre a ecologia das plantas. Dessa forma conhecimento dos efeitos do extrativismo sobre a reprodução de espécies vegetais constitui um elemento importante para a elaboração de estratégias sustentáveis de coleta.

2.2. Alocação de recursos e sua importância no processo reprodutivo das espécies vegetais

A alocação de recursos em plantas é descrita como a distribuição de biomassa e nutrientes em seus diversos órgãos (SCHEFFER-BASSO *et al.* 2002). O direcionamento desses recursos depende de vários fatores, como idade, nutrição, relações hídricas, hábito de crescimento (SCHEFFER-BASSO *et al.* 2002), bem como as interações ecológicas entre planta - planta e planta - animal (ANTEN & HIROSE 1998). Um dos modelos que explica a distribuição de recursos e energia para os órgãos vegetais é o princípio do modelo ALLOCATE, que se baseia na divisão de recursos de acordo com as necessidades básicas da planta, tanto acima da superfície do solo (luz, por exemplo), quanto abaixo dela (água e nutrientes básicos) (TILMAM 1988). Esses mecanismos variam de acordo com a história evolutiva de cada espécie (COSTA 2004).

Os padrões de distribuição de recursos causados pelas limitações do meio físico e biótico levam os indivíduos a fazer um balanço entre diferentes objetivos de alocação que não poderiam ser atingidos ao mesmo tempo (WRIGHT *et al.* 2006). Diferentes estruturas vegetais necessitam de intensidades distintas de energia e nutrientes, de modo que há um direcionamento de recurso para determinada necessidade que precisa ser atendida prioritariamente (PILLAR 1994). Assim, a energia investida em crescimento ou na recuperação de uma estrutura danificada não pode ser reutilizada no desenvolvimento de outros atributos igualmente importantes, tais como defesa contra herbívoros, reservas energéticas, tolerância ao frio e produção de estruturas reprodutivas (PRIMACK 1987; RIJKERS *et al.* 2006). Dessa forma, é estabelecida uma relação de custo-benefício na alocação de energia para o crescimento, regeneração e para outras funções importantes para as plantas, como por exemplo, a reprodução (MCGRAW & GARBUTT 1990).

O modo como as plantas distribuem os recursos para a sua manutenção ao longo de sua história de vida é extremamente importante para o seu sucesso reprodutivo (RICKLEFS 2003), pois ao longo de sua história evolutiva a seleção natural deve agir sobre as proporções relativas dos recursos destinados à produção de estruturas reprodutivas (flores, frutos e

sementes) e a demanda desses recursos para o crescimento e manutenção da planta (PRIMACK 1987).

Na reprodução vegetal os recursos são alocados para (1) formação de flores e produção de recursos florais para a polinização, (2) formação de frutos com finalidade de auxiliar na dispersão de sementes e (3) no provisão da semente com relação à germinação e ao estabelecimento em um novo habitat (PRIMACK 1987). Cada uma dessas três fases da reprodução exige uma alta demanda de recurso da planta adulta, no entanto dependendo das condições que o indivíduo se encontra, apenas uma quantidade limitada de recursos permanece disponível para reprodução (PRIMACK 1987; MOLE 1994; REEKIE *et al.* 2002).

De acordo com Gaoue e Ticktin (2008), danos extrativistas causados pela remoção de estruturas da planta que são fotossinteticamente ativas ou ricas em nutrientes demandam um alto custo de regeneração, desviando recursos e energia que seriam empregados para a reprodução. Tal realocação de recursos afeta negativamente o sucesso reprodutivo da espécie, pois diminui o número e tamanho de frutos e sementes além de interferir na frequência e no tempo dos eventos reprodutivos. Como exemplo, podemos citar estudos realizados nas savanas africanas, onde foi analisado o efeito da poda sucessiva dos ramos de *Adansonia digitata* L. que causou diminuição na produção média de frutos (DHILLION & GUSTAD 2004). Estes efeitos podem ser causados pela diminuição da capacidade fotossintética e realocação dos recursos e das reservas energéticas para a rebrota (FONG 1992; KIGMO *et al.* 1994).

Outro registro semelhante foi obtido no estudo que investigou o extrativismo excessivo de resina para a produção de perfumes em *Boswellia papyrifera* na África, onde foi observado uma baixa produção de estruturas reprodutivas devido à alta demanda de hidratos de carbono para a síntese de resina (RIJKERS *et al.* 2006). Geralmente o extrativismo de exsudados da madeira, como a resina e o látex, afeta o padrão de alocação de recursos, pois estes compostos orgânicos são formados à base de carboidratos que demandam uma alta quantidade de nutrientes para sua produção e manutenção (RIJKERS *et al.* 2006). A extração destes componentes aumenta a competição por fotoassimilados entre a reprodução e outras atividades fisiológicas importantes para a espécie (PETERS 1996; RIJKERS *et al.* 2006).

No caso da remoção da casca, tal dano pode prejudicar floema e conseqüentemente atrapalhar a condução de nutrientes e hormônios envolvidos na produção de flores, diminuindo indução floral e, portanto, a produção de frutos e sementes (PRIMACK 1987; MOHR & SCHOPFER 1995). Gaoue & Ticktin (2008) observaram que a extração da casca associada à coleta de folhas em *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., na África, reduziu a taxa

de produção de frutos e sementes, além da diminuir a massa das sementes, indicando que houve uma realocação de recursos para a regeneração da estrutura explorada, o que comprometeu o sucesso reprodutivo das espécies.

Os dados supracitados indicam que entender como se dá o processo de distribuição dos recursos nas plantas, quais os fatores que interferem e quais as consequências dessa interferência constituem importantes ferramentas para o conhecimento da história evolutiva das espécies, e para a compreensão dos efeitos do extrativismo sobre sua biologia e ecologia.

2.3. Considerações sobre a biologia e o uso medicinal do gênero *Himatanthus*

Himatanthus Willd. Ex Schult é um pequeno gênero pertencente à família Apocynaceae composto por aproximadamente 14 espécies (PLUMEL 1991, FERREIRA *et al.* 2009) que se distribuem por regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (FRANÇA *et al.* 2011). As espécies que ocorrem no Brasil estão presentes na região Amazônica, na região central em áreas de Cerrado, no Nordeste em áreas de Caatinga e Carrasco, e na região litorânea em fragmentos de Floresta Atlântica (SPINA 2004; FERREIRA 2006).

Os representantes do gênero *Himatanthus* são espécies arbóreas que podem atingir cerca de sete metros de altura, com folhagem densa nas extremidades dos ramos, folhas obovais, subcoriáceas, brilhantes, glabras, verde escuro, com ápice arredondado a obtuso e pecíolos curtos (LORENZI & MATOS 2002; AMARO *et al.* 2006). As inflorescências são terminais e articuladas do tipo tirsóide e suas flores são sésses, hermafroditas, actinomorfas e pentâmeras (LORENZI 1998; SPINA 2004; FERREIRA 2006).

Normalmente as espécies do gênero são polinizadas por mariposas pertencentes à família Sphingidae (Lepdoptera), que são atraídas durante a noite por suas flores brancas, tubulosas e perfumadas (LINHARES 2011). O fruto é do tipo folículo, em forma de chifre, suas sementes possuem alas concêntricas (AMARO *et al.* 2006) e sua dispersão se dá prioritariamente pelo o vento, porém, dependendo da localidade, também pode ocorrer pela água, caracterizando a anemocoria e hidrocoria, respectivamente (FERREIRA 2006).

No nordeste do Brasil os representantes do gênero *Himatanthus* são popularmente conhecidos como janaguba ou janaúba (LINHARES 2011). A casca dessas espécies é rugosa e exsuda um látex branco conhecido como “leite de janaguba”, bastante utilizado na medicina popular, principalmente pelos habitantes da região de ocorrência (AMARO *et al.* 2006). Nestas regiões a extração da casca e do látex vem adquirindo importância crescente como alternativa de renda (LINHARES 2011), principalmente após a confirmação do valor medicinal do gênero *Himatanthus* através de estudos farmacológicos (COLARES *et al.* 2008; FERREIRA *et al.* 2009)

De maneira geral, a presença de tecidos laticíferos e a produção de látex contendo vários tipos de alcalóides em *Himatanthus* estão relacionadas com a defesa da planta contra herbivoria (LINHARES 2011). Muitos de seus compostos são utilizados pela medicina atual (MIRANDA *et al.* 2000; LUCETTI *et al.* 2010; REBOUÇAS *et al.* 2011). A importância de *Himatanthus* na medicina popular também é relatada por diferentes comunidades localizadas na região da Amazônia, Peru e Colômbia (PERDUE & BLOMSTER 1978). No Brasil, o uso destas espécies foi inicialmente restrito a pessoas que não tinham acesso aos programas de assistência à saúde e que, pela sua localização geográfica, podiam facilmente encontrar *Himatanthus* na floresta tropical (REBOUÇAS *et al.* 2011).

No entanto, com base nas declarações de populares sobre a eficácia de *Himatanthus sucuuba* na região norte, em pacientes com tumores em diferentes fases de evolução e até mesmo os considerados casos de câncer terminal, houve um aumento do uso desta planta por pessoas que vivem longe da região Norte do Brasil (AMARAL *et al.* 2007). Por causa do seu uso popular como princípio, devido à sua ação antitumoral, antifúngica e anti-inflamatória (LARROSA & DUARTE 2005), os estudos com este gênero foram intensificados (LUCETTI *et al.* 2010), de modo que diferentes espécies têm sido relatadas na medicina popular sul-americana principalmente para o tratamento de tumores, tais como *Himatanthus sucuuba* (GRAHAM *et al.* 2000), *H. obovatus* (MESQUITA *et al.* 2005), *H. drasticus* (COLARES *et al.* 2008), *H. bracteatus* e *H. articulatus* (AGRA *et al.* 2007).

A alta diversidade de uso medicinal das espécies do gênero pode aumentar o nível de coleta de casca e látex e conduzir a uma sobre-exploração pelas populações naturais (BAUDALF *et al.* 2011), como ocorreu por muito tempo na região do Cariri onde a extração era feita de forma intensa e danosa (LUCETTI *et al.* 2010).

2.4. Considerações sobre a biologia e o uso medicinal do gênero *Stryphnodendron*

O gênero *Stryphnodendron* Mart. (Fabaceae, Mimosoideae) é composto por aproximadamente 20 espécies (ORTIZ *et al.* 2003) que se distribuem por 25 países da América tropical (SCALON, 2010). No Brasil são conhecidas popularmente por “barbatimão” e ocorrem em áreas de Cerrado, Caatinga, Amazônia e Mata Atlântica (SCALON 2010).

Em geral as espécies representantes do gênero *Stryphnodendron* possuem porte arbóreo cuja altura varia entre 3 m e 15 m e uma ampla copa com folhas compostas bipinadas (MONTEIRO & RAMALHO 2010), apresentam flores masculinas e hermafroditas no mesmo indivíduo e também na mesma inflorescência (ORTIZ *et al.* 2003; MONTEIRO & RAMALHO 2010), sendo classificados como andromonóicas (ENDRESS 1994).

As flores são muito pequenas (< 0,5 cm) e inconspícuas, de coloração pálida. Estão reunidas em inflorescências em forma de espigas com cerca de 360 flores (MONTEIRO & RAMALHO 2010). Tais características florais atraem uma alta variedade de pequenos insetos das ordens Hymenoptera, Diptera, Lepdopetra e Coleoptera (OLIVEIRA & GIBBS 2000; ORTIZ *et al.* 2003; MONTEIRO & RAMALHO 2010). Os frutos possuem características zoocóricas, voltadas à atração de mamíferos (OLIVEIRA 1991).

Em relação às suas propriedades bioativas, estudos mostram que extratos aquosos de espécies do gênero possuem importante atividade cicatrizante (NEVES *et al.* 1992), antiinflamatória, analgésica e protetora da mucosa gástrica (LIMA *et al.* 1998; AUDI *et al.* 1999). A composição química da casca, sementes e folhas de espécies do gênero, tais como *S. adstringens* Mart., *S. polyphyllum* Mart. e *S. obovatum* Benth, indicaram que inclui flavonóides (PEREIRA *et al.* 2002) e taninos (MELLO *et al.* 1996; SANCHES *et al.* 2005; SILVA 2007). A casca do caule de *S. adstringens* possui propriedades antifúngica e antimicrobiana contra *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* (SOUZA *et al.* 2007), bem como atividade antiprotozoária contra *Leishmania amazonensis*, *Trypanosoma cruzi* e *Herpetomas samuelpeessoai* (MAZA *et al.* 2003; LUIZE *et al.* 2005).

Estudos realizados na área de cerrado de Minas Gerais abordando o uso de plantas medicinais demonstraram que *Stryphnodendron adstringens* encontrava-se entre as plantas medicinais de maior utilidade para as comunidades rurais da região (RODRIGUES & CARVALHO 2001). Ainda na mesma área, Cunha & Bortolotto (2011), em estudos feitos em uma comunidade local, observaram que *S. obovatum* foi a planta mais citada para uso medicinal, entre adultos e crianças, sendo também realizada a coleta de cascas do caule para comércio em feiras da região.

Comercialmente, as espécies representantes do gênero *Stryphnodendron* apresentam alto potencial econômico entre as plantas comercializadas do Cerrado, sendo o estado de Minas Gerais o principal produtor, seguido pelos estados do Pará, Bahia e Goiás (ALMEIDA 1998). Em todo o país existe um número considerável de empresas que comercializam plantas medicinais, sendo elas farmácias homeopáticas, farmácia de manipulação e laboratórios farmacêuticos, tais empresas usam a matéria prima vinda geralmente da extração realizada por pessoas de comunidades tradicionais, o que pode aumentar o extrativismo desordenado (BORGES FILHO & FELFILI 2003) e conseqüentemente afetar a dinâmica populacional da espécie.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, M.F.; SILVA, K.N.; FREITAS, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.17, p. 14–140, 2007.

AMARO, M.S.; MEDEIROS FILHO, S.; GUIMARÃE, R.M.; TEÓFILO, E.M. Morfologia de frutos, sementes e de plântulas de janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart. Plumel. – Apocynaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p.63-71, 2006.

AMARAL A.C.F.; FERREIRA, J.L.P.; PINHEIRO, M.L.B.; SILVA, J.R.A. Monograph of *Himatanthus sucuuba*, a plant of Amazonian folk medicine. **Pharmacognosy Reviews**, v.1, p. 305-313, 2007.

ANTEN, N.P.R.; HIROSE, T. Biomass allocation and light partitioning among dominant and Subordinate individuals in *Xanthium canadense* Stands. **Annals of botany**, v.82, p. 665-673, 1998.

AUDI, E.A.; TOLEDO, C.L.M; SANTOS, F.S.; BELLANDA, P.R.; ALVES-DO-PRADO, W.; UEDA-NAKAMURA, T.; NAKAMURA, C.V.; SAKURAGUI, C.M.; BERSANI-AMADO, C.A.; PALAZZO DE MELLO, J.C. Biological activity and quality control of extract and stem bark from *Stryphnodendron adstringens*. **Acta Farmacêutica Bonaerense**, v.23, p.328–333, 2004.

BALDAUF, C.; CIAMPI, M.B.; VIGNA, B.B.Z.; MORI, G.M.; GUEDES, J.P.P.; SOUZA, A. P.; SANTOS, F.A.M. Characterization of microsatellite loci in *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae), a medicinal plant from the Brazilian Savana. **American Journal of Botany**, v. 0, p. 244–246, 2011.

BOOT, R.G.A; GULLISON, R.E. Approaches to Developing Sustainable Extraction Systems for Tropical Forest Products. **Ecological Applications**, v.5, p. 896-903, 1995.

BORGES FILHO, H.C; FELFILI, J.M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca do barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart. Coville)] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, p. 735-745, 2003.

BOTHA, J.; WITKOWSKI, E.T. F; SHACKLETON, C.M.T he impact of commercial harvesting on *Warburgia salutaris* ('pepper-bark tree') in **Mpumalanga, South Africa Biodiversity and Conservation**, v. 13, p.1675–1698, 2004.

CARVALHO, F.A.; JACOBSON, T.K.B.; COSTA, A.F.; SANTOS, A.A.B.; HAY, J.D.V. Estrutura e distribuição espacial do Barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) em uma área de cerrado no sudeste de Goiás. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, p. 1-14, 2009.

CHAMBERLAIN, J.L.; BUSH, R.; HAMMETT, A.L. Non-Timber Forest Products: The other forest products. **Forest Products Journal**, v. 48, p. 2-12, 1998.

COLARES, A.V.; CORDEIRO, L.N.; COSTA, J.G.M.; SILVEIRA, E.R.; CAMPOS, A.R.; CARDOSO, A.H. Phytochemical and biological preliminary study of *Himatanthus drasticus* (Mart. Plumel (Janaguba). **Pharmacognosy Magazine**, v.4, p.73–77, 2008.

- COSTA I.R.; ARAÚJO, F.S; LIMA-VERDE, L.W. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, p. 759-770, 2004.
- CUNHA, S.A.; BORTOLLO, I.M. Etnobotânica de Plantas Medicinais no Assentamento Monjolinho, município de Anastácio, Mato Grosso do Sul, Brasil **Acta Botânica Brasílica**, v.3, p. 685-698, 2011.
- CUNNINGHAM, A.B. Applied Ethnobotany: People, Wild Plant Use and Conservation. People and Plants Conservation Manuals. **Earthscan Publications Ltd**, London & Sterling, VA, 2001.
- DHILLION, S.S.; GUSTAD, G. Local management practices influence the viability of the baobab (*Adansonia digitata* Linn.) in different land uses types, Cinzana, Mali. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 101, p. 85–103, 2004.
- ENDRESS, P.K. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge: University Press. 1994
- FEITOSA, I.S. Etnobotânica e Extrativismo de *Stryphnodendron coriaceum* Benth. na Floresta Nacional do Araripe, Nordeste do Brasil. **Dissertação (Mestrado em Botânica)** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- FERREIRA, C. Aspectos morfoanatômicos, bioquímicos e genéticos de *Himatanthus sucuuba* Wood., em ambiente de várzea e de terra firme da bacia Amazônica. **Tese de Doutorado**, Universidade de Manaus, Brasil, 2006.
- FERREIRA, J. L. P.; AMARAL, A. C. F.; ARAÚJO, R. B.; CARVALHO, J. R.; PROENÇA, C. E. B.; FRAGA, S. A. P. M.; SILVA, J. R. A. Pharmacognostical comparison of three species of *Himatanthus*. **International Journal of Botany**, v.5, p. 171-175, 2009.
- FERREIRA JÚNIOR, W.S.; SIQUEIRA, C.F.Q.; ALBUQUERQUE, U.P. Plant stem bark extractivism in the Northeast semi-arid region of Brazil: a new aport to utilitarian redundancy model. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 20, p. 20, 2012.
- FONG, F.W. Perspectives for sustainable resource utilization and management of Nipa vegetation. **Economic Botany**, v. 46, p. 45–54, 1992.
- FRANÇA, W. C. S. C.; SOIZA, A.C.R.L.A.; CURY, P.M.; CORDEIRO, J.A. Analysis of the action of *Himatanthus drasticus* in progression of urethane-induced lung cancer in mice **Einstein**. v.9, p.350-3, 2011
- GAOUE, O.G.; TICKTIN, T. Impacts of bark and foliage harvest on *Khaya senegalensis* (Meliaceae) reproductive performance in Benin. **Journal of Applied Ecology**, v.45, p. 34–40, 2008.
- GRAHAM, J.G., QUINN, M.L., FABRICANT, D.S., FARNSWORTH, N.R. Plants used against cancer – an extension of the work of Jonathan Hartwell. **Journal of Ethnopharmacology**, v.73, p. 347–377, 2000.

- GUEDJE, N.M.; ZUIDEMA, P.A.; HEINJO, D.; FOAHOM, B.; LEJOLY, J. Tree barks as a non-timber forest product: The effect of bark collection on population structure and dynamics of *Garcinia lucida* Vesque. **Forest Ecology and Management**, v. 240, p. 1–12, 2007.
- HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of Non-Timber Tropical Forest Products on plant populations. **Economic Botany**, v. 47, p.234-247, 1993.
- HEUBACH, K.; WITTIG, R.; NUPPENAU, E.A., HAHN, K. The economic importance of non-timber forest products (NTFPs) for livelihood maintenance of rural west African communities: A case study from northern Benin. **Ecological Economics**, v. 70, n. 11, p. 1991-2001, 2011.
- KIGOMO, B.N., WOODSELL, S.R. e SAVILL, P.S. Phenological patterns and some aspects of reproductive biology of *Brachylaena huillensis* O. Hoffm. **African Journal of Ecology**, v.32, p. 296–307, 1994.
- KIM, S.; SASAKI, N.; KOIKE, M. Assessment of non-timber forest products in Phnom Kok community forest, Cambodia. **Asia Europe Journal**, v. 6, p. 345– 354, 2008.
- LARROSA, C.R. R. & DUARTE, M.R. Contribuição ao estudo anatômico do caule de *Himatanthus sucuuba* (Spuce ex Müll. Arg.). Woodson, Apocynaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, p. 110-114, 2005.
- LIMA, J.C.S.; MARTINS, D.T.O.; SOUZA, J.R.P.T. Experimental evaluation of stem bark of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville for antiinflammatory activity. **Phytotherapy Research**, v.12, p. 218-220, 1998.
- LINHARES, J.F.P, PINHEIRO, C.U.B.; MING, L.C.; RODRIGUES, M.I.A.; FERREIRA, A.B. Ambientes de Ocorrência e Flora Acompanhante do Gênero *Himatanthus* em Alcântara, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.13, p.550-558, 2011.
- LINS-NETO, E. M. F.; RAMOS, M. A.; OLIVEIRA, R. L. C.; ALBUQUERQUE, U. P. The Knowledge and harvesting of *Myracrodruon urundeuva* Allemão by two rural communities in NE Brazil. **Functional Ecosystems and Communities**, v.2, p. 66-71, 2008.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v.2, 1998.
- LORENZI, H. E.; MATOS, F.J. DE A. Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 512 p, 2002.
- LUCETTI, D. L.; LUCETTI, C.P.; BANDEIRA, M.A.M.; VERAS, H.N.H.; SILVA, A. H.; LEAL,L.K.A.M .; LOPES, A.A.; ALVES,V. C.C.; SILVA G. S.; BRITO, G.A.; VIANA, G.B. Anti-inflammatory effects and possible mechanism of action of lupeol acetate isolated From *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. **Journal of Inflammation**, v.7, p.60, 2010.
- LUIZE, O.S. et al. Effects of medicinal extracts on growth of *Leishmania* (L.) *amazonensis* and *Trypanosoma cruzi*. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.41, p.1-10, 2005.
- MAZA, P.K. et al. Effects of *Stryphnodendron adstringens* of ultrastructures of promastigote forms of *Leishmania amazonensis*. In: Programs and Abstracts Nineteenth Congress of the

- Brazilian Society for Microscopy and Microanalysis. **Acta Microscopia**, v.12, p. 317-318, 2003.
- MCGRAW, J.B.; GARBUTT, K. The analysis of plant growth in ecological and evolutionary studies. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 5, p. 251-254, 1990.
- MELLO, J. C. P.; PETEREIT, F.; NAHRSTEDT, A. Flavan-3-ols and prodelphinidins form *Stryphnodendron adstringens*. **Phytochemistry**, v.41, p. 807-813, 1996.
- MESQUITA, M.L.; DESRIVOT, J.; BORIES, C.; FOURNET, A.; PAULA, J.E.; GRELLIER, P.; ESPINDOLA, L.S. Antileishmanial and trypanocidal activity of Brazilian cerrado plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.100, p. 783–787, 2005.
- MIRANDA, A.L.P.; SILVA, J.R.A.; MENEZES, C.M.; NEVES, J.S.; PARRINI, S.C.; PINHEIRO, M.L.B.; CORDEIRO, M.C.; TAMBORINE, E.; PINTO, A.C. Anti-inflammatory and analgesic actives of the latex containing triterpenes from *Himatanthus sucuuba*. **Planta Med.**, v. 66, p. 284-286, 2000.
- MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; LINS-NETO, E.M.; ARAÚJO, E.L.; AMORIM, E.L. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities from northeastern Brasil's semi-arid region. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 173–186, 2006.
- MONTEIRO, D.; RAMALHO, M. Abelhas Generalistas (Meliponina) e o sucesso Reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata Atlântica, BA. **Neotropical Entomology**, v.39, p. 519-526, 2010.
- MOHR, H. SCHOPFER, P. **Plant Physiology**, 4th edn. Springer-Verlag, Berlin, 1995.
- NANTEL, P.; GAGNON, D.; NAULT, A. Population viability analysis of American ginseng and wild leek harvested in stochastic environments. **Conservation Biology**, v.10, p.608-621, 1995.
- NEUMANN, R. P.; HIRSCH, E. Commercialization of non-timber forest products: review and analysis of research. Center for International Forestry Research, **Bagor**, 2000.
- NEVES, M. C. L.; JORGE NETO, J.; IFA, D. R.; FRACASSO, J. F.; LEPERA, E. Z. P.; SILVA, R. F. P. Estudo dos efeitos farmacológicos produzidos pelos extratos aquosos de hamamelis e barbatimão. In: **VIII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental FesBE**. 1992.
- OLIVEIRA, P.E. The pollination and reproductive biology of a cerrado woody community in Brazil. Thesis (Ph.D.), University of St. Andrews, St. Andrews, 1991.
- OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v.195, p. 311-329, 2000
- OLIVEIRA, L. C.; LINS NETO, E. M. F.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE U. P. Conservation Priorities and Populations Structure of Woody Medicinal Plants in an Area of Caatinga vegetation (Pernambuco State, NE Brazil). **Environment Monit Assess**, v.13, p.189-206, 2007.

ORTIZ, P. L.; ARISTA, M.; OLIVEIRA, P. E., TALAVERA, S. Pattern of flower and fruit production in *Stryphnodendron adstringens*, an andromonoecious legume tree of central Brazil. **Plant Biology**, v.5, p.592-599, 2003.

PEÑA-CLAROS M.; ZUIDEMA, P. Limitaciones demográficas para el aprovechamiento sostenible de *Euterpe precatoria* para producción de palmito en dos tipos de bosque de Bolivia. **Ecología en Bolivia**, v. 34, p. 7-25, 2000.

PEREIRA, M.N.S.; ANDRADE, A.C.U.; POLÓ-VELOSO, D. Isolamento e identificação de metabólitos secundários das folhas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. In: **Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil**, 17, Cuiabá, UFMT. 2002.

PERDUE, G.P.; BLOMSTER, R.N. SOUTH AMERICAN PLANTS. III: ISOLATION OF FULVOP- LUMIERIN FROM HIMANTHUS SUCUUBA (M. ARG.) WOODSON (APOCYNACEAE). **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 67, p.1322–1323, 1978.

PERES, C.A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P.A.; WADT, L.H.O.; KAINER, K.A.; GOMES-SILVA, D.A.P.; SALOMÃO, R.P.; SIMÕES, L.L.; FRANCIOSI E. R. N.; VALVERDE, F.C.; CORNEJO, F.; GRIBEL, R.; SHEPARD JR.,G.H.; KANASHIRO, M.; COVENTRY, P.; YU, D.W.; WATKINSON, A.R.; FRECKLETON, R.P. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, v. 302, p. 2112–2114, 2003.

PETERS, C.M.; GENTRY, A.H.; MENDELSON, R.O. Valuation of an Amazonian rainforest, **Nature**, v.339, p.656–657, 1989.

PETERS, C.M. The Ecology and Management of Non-Timber Forest Resources. The World Bank, Washington, DC. **World Bank Technical Paper**, 322, 1996.

PLUMEL, M.M. Le genre Himatanthus (Apocinaceae). Revisión taxonomique: bradea. **Boletim do Herbarium Bradeanu**, v.5, p.1-20, 1991.

PRIMACK, R.B. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individuals and single flowers. In: **The Population Structure of Vegetation**. White, J. Editor. Dr. W. Jun. Publishers, Dordrecht, p. 571-592, 1985.

PRIMACK, R.B. Relationship among flowers, fruits and seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p. 409–430, 1987.

REBOUÇAS, S. O.; GRIVICICHA, SANTOS, I.; RODRIGUEZ, M. S. P.; GOMES, M. D.; OLIVEIRA, S. Q.; SILVA.; FERRAZ, J. A. B.F. Antiproliferative effect of a traditional remedy, *Himatanthus articulatus* bark, on human cancer cell lines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 137, p. 926– 929, 2011.

REEKIE E. G.; BUDGE, S. e BALTAZER J. L. The shape of the trade-off function between reproduction and future performance in *Plantago major* and *Plantago rugelii*. **Can. Journal of Botany**, v.80, p. 140–150, 2002.

RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 503p, 2003.

- RIJKERS, T.; OGBAZGHI, W.; WESSEL, M.; BONGERS, F. The effect of tapping for frankincense on sexual reproduction in *Boswellia papyrifera*. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 1188–1195, 2006.
- RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio de cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciências agrotecnicas**, v. 25, p. 102-123, 2001.
- SANCHES, A.C.C.; LOPES, G.C.; NAKAMURA, C.V.; DIAS FILHO, B.P; MELLO, J.C.P. Atividades antioxidante e antifúngica de extratos e taninos condensados de casca *Stryphnodendron obovatum* Benth. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 41, n. 1, 2005.
- SCALON, V.R. Revisão Taxonômica do gênero *Stryphnodendron* Mart. (Leguminosae-Mimosoideae). **Tese de doutorado** - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SCHEFFER- BASSO, S. M.; JACQUES, A.V.A.; DALL'AGNOL, M. Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contrastantes. **Scientia Agricola**, v.59, p. 629-634. 2002.
- SCHUMANN, K.; WITTIG, R.; THIOMBIANO, A.; BECKER, U.; HAH, K. Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa, **Forest Ecology and Management**, v.260 , p. 2035–2044, 2010.
- SOLDATI, G. T.; ALBUQUERQUE, U. P. Produtos Florestais não Madeireiros: uma visão geral. In: ALBUQUERQUE, U. P; HANAZAKI, N. (Org.). **Árvores de valor e o valor das árvores: pontos de conexão**. Recife: NUPPEA, p. 17-59, 2010.
- SOLDATI, G.T.; ALBUQUERQUE, U.P. Impact assessment of the harvest of a medicinal plant *Anadenanthera colubrine* (Vell.) Brenan by a rural semi-arid community (Pernambuco), northeastern Brazil. **Journal of biodiversity Science, Ecosystem Service & Management**, vol.6, p.106-118, 2011.
- SOUZA, T.M.; SEVERI, J.A.; SILVA, V.Y.A.; SANTOS, E.; PIETRO, R.C.L.R. Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.)Coville (Leguminosae-Mimosoidae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica y Aplicada**, v.28, p. 221-226, 2007.
- SPINA, A.P. Estudos taxonômico, micro-morfológico e filogenético do gênero *Himatanthus* Willd. ex Schult. (Apocynaceae: Rauvolfioideae - Plumerieae). **Tese de doutorado**- Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2004.
- STEWART, K. Effects of bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon. **Forest Ecology and Management**, v.258, p. 1121–1128, 2009.
- TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, p.11–21, 2004.

TILMAN, D. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. **Princeton University Press**, Princeton, New Jersey, p. 362, 1998.

VASQUEZ, R.; GENTRY, A.H. Use and misuse of forest-harvested fruits in the Iquitos area. **Conservation Biology**, v.3, p. 350-361, 1989.

WEIDLICH, E.W.A. et al. Alocação de recursos (carboidratos) no desenvolvimento inicial de plântulas de *Schizolobium parahyba* (Vel.) S.F. Blake (Fabaceae- Caesalpinioidea). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, p. 627-635, 2010.

WICKENS, G.E. Management issues for development of non-timber forest products. **Unasylva**, v.42, p. 3-8, 1991.

WIENS, D.; CALVIN, C.L.; WILSON, C.A. Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. **Oecologia**, v.71, p. 501-509, 1987.

WRIGHT, I.J.; FALSTER, D.S.; PICKUP, M.; WESTOBY, M. Cross-species patterns in the coordination between leaf and stem traits, and their implications for plant hydraulics. **Physiologia Plantarum**, v. 127, p. 445-456, 2006.

CAPITULO 1

Influência do extrativismo da casca do caule sobre o sucesso reprodutivo pré-emergente de *Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel (Apocynaceae) e *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. (Fabaceae, Mimosoidae)

Artigo a ser submetido à revista: *Journal of Applied Ecology* (normas contidas no anexo 1)

Influência do extrativismo da casca do caule sobre o sucesso reprodutivo pré-emergente de *Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel (Apocynaceae) e *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. (Fabaceae, Mimosoidae)

Jacilene Bezerra da Silva^a, Leonardo Barbosa da Silva^a, Ulysses Paulino Albuquerque^b e Cibele Cardoso de Castro^{a,c}

a. Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mails: jacileneb_silva@yahoo.com.br, lb_silva@yahoo.com.br

b. Laboratório de Etnobotânica Aplicada, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: upa@db.ufrpe.br

c. Autor para correspondência - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns - Av. Bom Pastor, s/n, Boa Vista, Garanhuns, PE, CEP: 55292-270. E-mail: cibelecastro@hotmail.com, Fone: (87) 3764-5500.

Resumo

1. A casca e o látex de algumas espécies vegetais constituem produtos florestais não-madeireiros (PFNMs) de valor medicinal e econômico, amplamente difundidos em todo o mundo. Em áreas de Florestas Úmidas e de Cerrado no Nordeste do Brasil, populações humanas locais extraem a casca de *Himatanthus drasticus* (para coleta do látex) e de *Stryphnodendron rotundifolium* para fins medicinais. Assumimos neste artigo que essa atividade interfere negativamente na capacidade reprodutiva dessas espécies.

2. O desenho experimental constou de 30 indivíduos de cada espécie, com metade destes submetidas à extração da casca. O tamanho da área extraída foi determinado tendo como base a extração realizada por extrativistas locais na área de estudo. Comparamos entre os dois grupos de indivíduos a produção de inflorescências, botões, flores, pólen, óvulos, frutos e sementes, bem como características físicas de frutos e sementes e sucesso reprodutivo pré-emergente.

3. Todos os parâmetros reprodutivos de *H. drasticus* foram afetados negativamente pela retirada da casca, exceto a produção de pólen e de óvulos. Os únicos parâmetros reprodutivos de *S. rotundifolium* afetados negativamente pela retirada da casca foram produção de pólen e de óvulos.

5. *Síntese e aplicações.* A retirada da casca das espécies estudadas compromete sua reprodução e, conseqüentemente, a geração de novos indivíduos, sugerindo que a referida atividade extrativista pode não ser sustentável.

Palavras - chave: Produtos florestais não madeireiros, látex, desempenho reprodutivo, sustentabilidade.

Introdução

Por muito tempo o extrativismo de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs) foi considerado menos impactante para as populações vegetais do que o extrativismo de madeira, porém há fortes evidências de que esses recursos estejam sendo explorados de forma não sustentável (e.g. Peres *et al.* 2003; Ticktin 2004). O efeito imediato do extrativismo sobre as espécies de planta é determinado pela estrutura (s) extraída(s), pela intensidade de manejo e também depende grandemente da história de vida da planta (Boot & Gullison 1995; Ticktin 2004). Levando-se em consideração que cada estrutura de uma planta dispõe de uma quantidade de recursos (biomassa ou nutrientes) em certo ponto de sua história de vida, a retirada de partes de plantas removerá diferentes quantidades de recursos, alterando o potencial de sobrevivência, crescimento e reprodução do indivíduo (Ticktin 2004) em relação a indivíduos que não foram manejados.

A casca das plantas é um produto florestal não-madeireiro (Chamberlain, Bush & Hammett 1998) coletado para diversos fins por populações humanas em todo o mundo (Ticktin 2004). A retirada da casca de algumas espécies vegetais pode ocorrer para uso medicinal da mesma (Guedje *et al.* 2007; Stewart 2009; Ferreira Junior *et al.* 2012) ou para coleta de exsudados da madeira como o látex, que é uma emulsão aquosa composta por substâncias químicas variadas, produzido por células especializadas (Lewinsohn & Vasconcellos-Neto 2000) e que geralmente possui grande importância econômica e medicinal (Lucetti *et al.* 2010; Rebouças *et al.* 2011).

Em termos gerais, a casca do caule é uma estrutura geralmente rígida que envolve o xilema e o floema, protegendo a planta contra o fogo, patógenos e herbívoros (Cunningham 2001). Além de tornar a planta mais vulnerável a esses fatores, a remoção da casca pode danificar os vasos condutores expondo-os à dessecação e prejudicando a condução de nutrientes e hormônios envolvidos na produção de estruturas reprodutivas e na indução floral, acarretando na diminuição do número de frutos e sementes (Primack 1987; Gaoue & Ticktin 2008). O desvio de recursos para reparar o dano causado pela retirada da casca pode resultar

em uma menor alocação de recursos para a reprodução (Gaoue & Ticktin 2008), podendo levar a uma diminuição da capacidade reprodutiva da espécie.

Na Floresta Nacional do Araripe, as populações humanas fazem a retirada da casca da janaguba (*Himatanthus drasticus* [Mart.] Plumel, Apocynaceae) para obtenção do látex, utilizado no tratamento de inflamações uterinas, gastrite e câncer (Colares *et al.* 2008; Lucetti *et al.* 2010; Rebouças *et al.* 2011). Os extrativistas locais também fazem uso da casca do caule do barbatimão (*Stryphnodendron rotundifolium* [Mart.] Fabaceae, Mimosoidae) devido às suas propriedades antiinflamatórias, antimicrobianas e gastroprotetoras (Eurides *et al.* 1996; Audi *et al.* 2004; Oliveira 2010). No entanto não se tem informações sobre como estas práticas de extração afetam o desempenho reprodutivo de tais espécies.

Nesse sentido elegemos essas duas espécies como modelos para testar o efeito do extrativismo sobre o sucesso reprodutivo. Esta pesquisa pretende responder a seguinte pergunta: o extrativismo da casca do caule de *H. drasticus* e *S. rotundifolium* interfere no seu sucesso reprodutivo pré-emergente? Nossa hipótese é que o extrativismo da casca das espécies estudadas influencia negativamente na reprodução das mesmas. Portanto, espera-se encontrar uma diminuição na produção e na qualidade de estruturas reprodutivas no grupo de indivíduos que sofrem a retirada da casca (tratamento) em relação ao grupo de indivíduos sem extração (controle).

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional do Araripe (FLONA) (figura 1), que está inserida na Chapada do Araripe, no sul do estado do Ceará, nordeste do Brasil (Lima, Lima & Teixeira 1984). A FLONA possui uma área de aproximadamente 39 mil ha e inclui diversas formações vegetais, compreendendo diferentes fitofisionomias, sendo identificadas como Mata Ombrófila Densa Montana (Mata Úmida), Savana (Cerrado), Savana Florestada (Cerradão) e Carrasco (Austregésilo Filho *et al.* 2001) que correspondem, respectivamente, a 12, 43, 37 e 7% da área da FLONA (Accioly *et al.* 2001).

A FLONA Araripe é considerada uma unidade de conservação de grande importância para a manutenção dos equilíbrios hidrológico, climático, edáfico e ecológico da região, bem como social, pois dela são retirados produtos alimentícios, medicinais e para combustão (Ibama 2011).

Espécies estudadas

(a) *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) - Popularmente chamada de janaguba, é conhecida na região pelo seu alto valor medicinal (Lucetti *et al.* 2010). Os representantes do gênero se distribuem por regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (França *et al.* 2011). O látex extraído da casca do caule conhecido como “leite da janaguba” possui ação antitumoral, antifúngica e antiinflamatória (Larrosa & Duarte 2005). O corte na casca é feito com facão e na região e a coleta do material é permitida dois dias na semana por extrativistas locais licenciados junto ao Instituto Chico Mendes (ICMBio). Os coletores interrompem a atividade extrativista durante o período de frutificação da espécie (novembro e dezembro). No entanto, o vasto território e a falta de fiscalização na área permitem a coleta clandestina do “leite da janaguba” por extrativistas não cadastrados em diferentes dias da semana e sem respeito ao período de defeso.

Na FLONA Araripe *H. drasticus* tem pico de floração de setembro a outubro, com frutificação iniciando em novembro (obs. pessoal). Geralmente representantes do gênero apresentam inflorescências com flores hermafroditas, brancas, tubulosas e perfumadas (Spina 2004; Ferreira 2006), que se abrem à noite atraindo mariposas para a polinização (Linhares 2010). O fruto é seco, tipo folículo, em forma de chifre e suas sementes aladas são dispersas pelo o vento (Ferreira 2006).

(b) *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae, Mimosoidae) - Conhecido popularmente como barbatimão, possui ampla distribuição geográfica e, apesar do gênero ser comum do Cerrado (Borges filho & Felfili 2003), também ocorre em áreas de Floresta Úmida (Monteiro & Ramalho 2010). A casca do caule do barbatimão é usada na região com finalidade medicinal, pois possui propriedades antiinflamatórias e cicatrizantes (Macedo *et al.* 2007; Carvalho *et al.* 2009). Na área de estudo, as famílias locais fazem a retirada da casca do caule (com facão), para seu uso próprio ou para suprir a necessidade do comércio local de plantas medicinais (Ibama 2005). Segundo Feitosa (2012), a espécie sofre o extrativismo freqüente e não há um período específico para coleta, que acontece continuamente durante todo o ano.

Na FLONA Araripe *S. rotundifolium* floresce de outubro a novembro, com início da frutificação em março (obs. pessoal). A espécie é andromonóica, sistema comum a outros representantes do gênero (Ortiz *et al.* 2003; Monteiro & Ramalho 2010), e possui inflorescências com flores hermafroditas e outras mistas, que contem flores hermafroditas e masculinas. Geralmente o gênero *Stryphnodendron* produz alto número de pequenas flores por inflorescência, que exalam odor adocicado, possuem coloração amarelo-pálido e oferecem néctar e pólen como recurso (Ortiz *et al.* 2003, Monteiro & Ramalho 2010). Entre os polinizadores estão pequenos insetos, como *Apis mellifera*, moscas Tabanidae e,

especialmente, abelhas Meliponinae (Oliveira & Gibbs 2000; Monteiro & Ramalho 2010). Os frutos possuem características zoocóricas, voltadas à atração de mamíferos de pequeno e médio porte (Oliveira 1991).

Efeito do extrativismo sobre o sucesso reprodutivo

Os experimentos foram realizados em parcelas de aproximadamente 1,5 ha de Cerrado (com indivíduos de *H. drasticus*) e 2 ha de Mata Úmida (com indivíduos de *S. rotundifolium*). Para a seleção dos indivíduos de *H. drasticus* (Cerrado) e *S. rotundifolium* (Mata- Úmida), foram tomadas medidas da altura (m) e do diâmetro na altura do peito (DAP, cm) usando-se clinômetro e trena, respectivamente, de todos os indivíduos encontrados nas parcelas estudadas e que não apresentaram sinal de extração da casca. Foram selecionados 30 indivíduos de cada uma das espécies que possuíam altura e DAP semelhantes e distavam entre si no mínimo 10 metros. A média de altura e DAP dos indivíduos selecionados de *H. drasticus* foi de $3,96 \pm 0,68$ m e $27,4 \pm 1,48$ cm, respectivamente, e $3,13 \pm 0,4$ m e $23,38 \pm 1,24$ cm para os indivíduos de *S. rotundifolium*. Posteriormente todos os indivíduos selecionados de ambas as espécies foram marcados e sinalizados com placas informativas no intuito de se evitar o manejo pelas comunidades locais. A semelhança das médias de altura e DAP foi checada estatisticamente entre os grupos controle e tratamento, a fim de descartar a possibilidade de interferência dessas variáveis nos resultados.

Com a finalidade de simular a extração realizada pelos coletores da região, foi feita uma média do tamanho de casca retirada em indivíduos já extraídos encontrados em campo e que apresentavam altura e DAP semelhante aos dos 30 indivíduos previamente selecionados para realização deste experimento, sendo um total de 150 indivíduos de *H. drasticus* e 100 indivíduos de *S. rotundifolium*. Para *H. drasticus* foi observado um padrão de retirada de casca em uma área de cerca de dois metros de altura em lados opostos do caule e com largura suficiente para que sobrasse cerca de dois centímetros de casca entre as duas áreas cortadas. No caso de *S. rotundifolium*, a média de corte foi de 150 cm de altura por 5,0 cm de largura, realizados de forma vertical em apenas um lado do caule da planta. Cerca de dois meses (tempo indicado com auxílio de especialistas na área de fisiologia vegetal) antes do período de floração de cada espécie (julho para *H. drasticus* e agosto para *S. rotundifolium*), tais padrões de extração foram simulados em 15 indivíduos (tratamento), sendo os 15 restantes mantidos sem extração (controle).

De cada indivíduo foi contado o número de inflorescências usando-se o método modificado de Gaoue e Ticktin (2008): quando o número de inflorescências no indivíduo foi

menor do que 100 (no caso de *H. drasticus*), todas as inflorescências foram contadas e quando esse número foi maior do que 100 (no caso de *S. rotundifolium*) foi contado o número de inflorescências por ramo, em 25% dos ramos com inflorescência e o número foi extrapolado para o número total de ramos com inflorescências.

Para a estimativa da produção de botões e flores por inflorescência em *H. drasticus*, foi realizada a contagem direta desses órgãos em todas as inflorescências de cada indivíduo amostrado para ambos os tratamentos. Para *S. rotundifolium*, cujo número de inflorescências é muito alto, foram selecionadas aleatoriamente 30 inflorescências que contivessem apenas botões, 30 com flores hermafroditas e 30 com flores mistas (masculinas + hermafroditas) por indivíduo, para estimar o número de flores por inflorescência.

Foi estimada a produção média de pólen e de óvulos por flor em 20 botões em pré-antese por indivíduo, pertencentes a dez inflorescências distintas (dois botões por inflorescência), fixados em álcool 70% (n=600 botões por espécie). De cada botão foram retiradas duas anteras, as quais foram dilaceradas sobre lâmina contendo duas gotas de carmim acético a 2% (Radford *et al.* 1974). Foram contados todos os grãos de pólen sob microscópio óptico, bem como estimada a viabilidade polínica. No caso de *S. rotundifolium*, a contagem de grãos de pólen e a estimativa da viabilidade polínica foram feitas tanto em flores hermafroditas quanto masculinas.

Para quantificar o sucesso reprodutivo pré-emergente (PERS, Wiens, Calvin & Wilson 1987) das espécies, foi contado o número de flores abertas (sendo consideradas apenas as flores hermafroditas em *S. rotundifolium*), o número de frutos formados e o número de sementes por fruto em 50 inflorescências por indivíduo (n=1500 inflorescências por espécie). O sucesso reprodutivo pré-emergente foi calculado pela razão de frutos por flor, multiplicado pela razão de sementes por óvulos.

Foi contabilizado o número de frutos produzidos durante o período de frutificação de cada espécie e, para verificar características físicas relacionadas aos frutos e as sementes, foram coletados 30 frutos por indivíduo que tiveram o comprimento (do ápice à base), a largura (lado direito ao esquerdo) e o peso registrados, usando-se respectivamente paquímetro digital (erro: 0,01mm) e balança analítica. O número de sementes por fruto foi contado, e todas as sementes foram medidas (comprimento e largura) e pesadas.

Análises dos dados

A comparação das médias de altura e diâmetro entre grupos controle e tratamento de cada espécie foi realizada utilizando o teste t e o teste não paramétrico Kruskal-wallis. Para verificar possíveis diferenças entre as médias das variáveis de estruturas reprodutivas (número de inflorescência, botões, flores, frutos, pólen e óvulo) entre controle e tratamento foi realizado o teste t, posteriormente à confirmação de distribuição normal dos dados pelo teste de Liliefors (Zar 1996). A comparação da proporção de flores hermafroditas e masculinas entre os indivíduos de *S. rotundifolium* foi realizada utilizando o teste χ^2 (tabela de contingência). Ambos os testes foram realizados utilizando-se o software Bioestat versão 5.0 (Ayres *et al.* 2007), considerando α de 5% de probabilidade. A comparação entre médias das características físicas dos frutos e sementes foi realizada com uma análise de variância pelo teste Tukey *a posteriori* considerando α de 5% de probabilidade, usando o programa SISVAR (Ferreira 1998), após a confirmação de distribuição normal dos dados pelo teste de Liliefors.

Resultados

Himatanthus drasticus

A espécie não apresentou diferenças significativas com relação ao DAP ($t=0,961$, $p=0,172$) e altura ($H=0,037$, $g.l.=1$, $p=0,846$) entre os indivíduos de ambos os grupos. Devido ao forte período de estiagem durante o ano de estudo, houve um atraso na floração da espécie, que ocorreu de outubro a novembro de 2012 e a frutificação de dezembro de 2012 a janeiro de 2013. Indivíduos do grupo controle apresentaram maior produção de estruturas reprodutivas tanto na floração (figura 2) quanto na frutificação (Figura 3), em relação aos indivíduos do grupo tratamento, para o número de inflorescências (outubro: $t=5,696$; novembro: $t=6,574$), botões (outubro: $t=10,919$; novembro: $t=11,146$), flores (outubro: $t=9,971$; novembro: $t=8,881$) e frutos (dezembro: $t=10,821$; janeiro: $t=9,694$) (em todos os casos $p < 0.0001$).

Não houve diferenças significativas em relação ao número de grãos de pólen ($t=0,449$, $p=0,655$), à viabilidade polínica ($t= 1,717$, $p=0,091$) e ao número de óvulos ($t= 0,261$, $p=0,795$) (tabela 1) entre os indivíduos do grupo controle e tratamento. As análises do sucesso reprodutivo pré- emergente demonstraram que, o PERS calculado para os indivíduos do grupo controle foi maior (tabela 2). Os representantes do controle também apresentou de forma significativa valores maiores ($p < 0.0001$) para todos os parâmetros avaliados de frutos e sementes (figura 4).

Stryphnodendron rotundifolium

A espécie não apresentou diferenças significativas com relação ao DAP ($t=1,129$, $p=0,134$) e altura ($H=0,832$, $g.l.=1$, $p=0,362$) entre os indivíduos de ambos os grupos. Assim

como observado para *H. drasticus*, *Stryphnodendron rotundifolium* também teve o seu período de floração atrasado, ocorrendo no início de novembro até o final de dezembro de 2012. A frutificação começou no final do mês de maio de 2013, não apresentando frutos em pré-dispersão até o fechamento do presente trabalho. Não houve diferenças significativas entre os indivíduos do grupo controle e tratamento em relação às médias do total de inflorescências (novembro: $t=0,058$, $p=0,954$; dezembro: $t=0,647$, $p=0,110$) inflorescências em botão (novembro: $t=0,682$, $p=0,500$; dezembro: $t=0,385$, $p=0,703$), inflorescências floridas (novembro: $t=0,172$, $p=0,865$; dezembro: $t=0,772$, $p=0,087$), inflorescências hermafroditas (novembro: $t=0,189$, $p=0,851$; dezembro: $t=0,220$, $p=0,873$) e inflorescências mistas (novembro: $t=0,719$, $p=0,481$; dezembro: $t=0,129$, $p=0,272$) (figura 5).

A produção média de botões por inflorescência (novembro: $t=1,461$, $p=0,1552$; dezembro: $t=1,438$, $p=0,161$), de flores em inflorescências hermafroditas (novembro: $t=1,904$, $p=0,067$; dezembro: $t=1,610$, $p=0,119$) e mistas (novembro: $t=1,789$, $p=0,085$; dezembro: $t=2,649$, $p=0,013$) não diferiu significativamente entre os grupos analisados. Também não foram encontradas diferenças na proporção média de flores hermafroditas e masculinas das inflorescências mistas para os meses de novembro ($\chi^2 = 2,172$; g.l. = 1; $P=0,141$) e dezembro ($\chi^2 = 1,428$; g.l. = 1; $P=0,232$) entre os grupos (figura 6).

Os indivíduos do grupo controle produziram mais pólen do que os que pertencem ao tratamento, tanto em flores hermafroditas ($t=37,912$, $p < 0,0001$) quanto em flores masculinas ($t=36,030$, $p < 0,0001$), bem como mais óvulos nas flores hermafroditas ($t=18,967$, $p < 0,0001$) (tabela 3). Não houve diferenças significativas na viabilidade dos grãos de pólen entre as flores hermafroditas ($t=2,020$, $p=0,058$) e masculinas ($t=1,326$, $p=0,201$) para ambos os grupos analisados.

Discussão

Os resultados mostraram que ambas as espécies foram afetadas negativamente pelo extrativismo, porém de maneiras e intensidades diferentes. Os indivíduos de *H. drasticus* que tiveram a casca extraída têm menor capacidade reprodutiva e se reproduzem menos eficientemente em relação aos indivíduos controle, pois investem menos recursos na produção de estruturas reprodutivas. O menor número de inflorescências e flores diminui as chances de formação de frutos e sementes, o menor peso e tamanho das sementes são características associadas a reserva nutricional mais baixa e menor oportunidade de germinar (Primack 1987), o que pode diminuir a probabilidade de estabelecimento das plântulas (Kidson & Westoby 2000; Baraloto, Forget & Goldberg 2005; Moles & Westoby 2006). Portanto, para *H. drasticus*, nossos achados corroboram a idéia de que as consequências ecológicas mais

diretas da extração de PFNMs são as alterações desfavoráveis na produção de estruturas reprodutivas (Ticktin 2004). Inversamente, os resultados do *S. rotundifolium* não corroboraram, em sua maioria, as tendências esperadas, pois apenas foram observados impactos na produção de óvulos e pólen em indivíduos que tiveram a casca extraída.

As diferenças encontradas nas respostas das duas espécies ao extrativismo podem ser compreendidas sob várias perspectivas, e uma das mais importantes diz respeito à alocação de recursos para a produção e a reparação do material extraído. A retirada da casca de *H. drasticus* aparentemente resultou na alocação de recursos prioritariamente para a reposição do látex (Dijkman 1951; Schumann *et al* 2010). O látex é um exsudado da madeira composto principalmente compostos nitrogenados como alcalóides (Baratto 2010), que atua na defesa da planta e demanda uma alta quantidade de recursos para sua produção e manutenção (Rijkers *et al.* 2006). Além disso, *H. drasticus* habita o Cerrado, ambiente nutricionalmente limitante devido aos solos pobres e ácidos (Gomes & Shepherd 2000), o que restringe a obtenção de recursos para a produção e manutenção de tecidos vegetais. É interessante notar que a produção de óvulos e pólen não foi afetada, indicando que, a espécie priorizou a formação dessas estruturas.

Em contrapartida, a síntese da casca (composta de taninos a base de carbono) em *S. rotundifolium* é menos cara quando comparada à produção de látex, pois possivelmente nesta espécie a regeneração da casca não demanda tanta energia. Neste caso a manutenção da planta estaria associada à produção de tecidos simples e de baixo custo energético. Dependendo da espécie, a regeneração da casca tende a ocorrer de forma mais rápida e com demanda menor de recursos (Fischer 1981), neste caso portanto, a perda energética causada por danos feitos a casca estaria sendo negligenciada (Ribeiro & Fernandes 2000), motivo pelo qual a espécie aparentemente não desvia os recursos utilizados na reprodução. Além disso, *S. rotundifolium* habita um ambiente que tem maior disponibilidade de recursos (Mata Úmida) em relação ao Cerrado. Embora a menor produção de óvulos e pólen seja desvantajosa para os indivíduos tratados de *S. rotundifolium*, seus efeitos sobre a reprodução da espécie não são tão evidentes quando comparados aqueles observados em *H. drasticus*.

A competição por recursos entre indivíduos também explica as diferenças encontradas entre as espécies. Por um lado, em ambientes onde a competição por nutrientes é alta (como no caso da *H. drasticus*), a perda de material se torna muito danosa para a espécie (Coley, Bryant & Chapin 1985) e nesta ocasião parece ser mais vantajoso para plantas que sofrem algum tipo de extrativismo manter sua população já estabelecida durante vários ciclos reprodutivos (Ribeiro & Fernandes 2000). Por outro lado, em ambientes menos competitivos,

como no caso de *S. rotundifolium*, o investimento em reprodução e colonização seria uma alternativa mais viável (Herms & Mattson 1992).

Também deve ser levado em consideração na interpretação dos resultados a dimensão da área extraída, que foi menor em *S. rotundifolium* do que em *H. drasticus*. Além disso, é importante ressaltar que foram utilizados neste estudo indivíduos que não tinham sinais de extrativismo. É possível que outros indivíduos de *S. rotundifolium* que são explorados de forma contínua durante vários anos, como ocorre na área de estudo, apresentem respostas mais evidentes de redução da aptidão reprodutiva, já que a intensidade do extrativismo interfere na resposta das plantas à extração de PFNMs (Boot & Gullison 1995; Ticktin 2004), e quando realizada continuamente por longos períodos, pode esgotar a reserva de nutrientes da planta, interferindo em suas atividades fisiológicas e alterando o seu padrão de crescimento e reprodução a longo prazo (Latt, Nair & Kang 2000).

Apesar de haver necessidade de estudos mais abrangentes para a melhor compreensão das consequências do extrativismo sobre as espécies estudadas, o presente estudo já fornece informações contundentes e que precisam ser levadas em consideração para elaboração de plano de manejo das mesmas. Além disso, indica novas perspectivas para estudos relacionados ao impacto do extrativismo sobre espécies de plantas em todo o mundo.

Conclusões e recomendações de gestão

Nosso estudo evidencia que as práticas atuais de coleta da casca e do látex de *H. drasticus* e *S. rotundifolium* realizadas pelos moradores do entorno da Floresta Nacional do Araripe afetam sua reprodução e ameaçam a estabilidade de suas populações, especialmente para *H. drasticus*. Esses resultados indicam, portanto, que a atividade pode não ser sustentável, sendo necessários a produção de mais estudos sobre a biologia e ecologia das espécies para um diagnóstico mais preciso.

A fim de diminuir os impactos causados pela extração da casca, e possibilitar o uso dos recursos no longo prazo, nós sugerimos que: 1) as dimensões das áreas extraídas sejam reduzidas a fim de causar menos danos às plantas; 2) a extração seja interrompida ou diminuída no intervalo que compreende mais de três meses antes do período de floração e até a formação das sementes, sendo necessário estudos mais profundos que indiquem um intervalo de tempo preciso para retirada da casca ; 3) que haja algum tipo de rodízio no qual indivíduos não sejam extraídos em pontos homogeneamente distribuídos na FLONA Araripe, para que as espécies tenham a chance de recuperar suas reservas energéticas.

Referências

- Accioly, L. J. O., Pachêco, A., Costa, T. C. C., Oliveira, M. A. J. & Lopes, O. F. (2001) Utilização da análise do erro proveniente da Análise de Mistura Espectrais (AME) na separação de classes de vegetação da Floresta Nacional do Araripe. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. pp. 1491-1497, Foz do Iguaçu.
- Audi E.A.; Toledo, C.L. M., Santos, F.S.; Bellanda, P.R., Alves-do-Prado, W., Ueda-Nakamura, T., Nakamura, C.V., Sakuragui, C.M., Bersani-Amado, C.A. & MELLO, J.C.P. (2004) Biological activity and quality control of extract and stem bark from *Stryphnodendron adstringens*. *Acta Farmacêutica Bonaerense*, **23**, 328–333.
- Austregésilo Filho, P. T., Silva, J. A. A., Meunier, I. M. J. & Ferreira, R. L. C. (2001) Fisionomias da cobertura vegetal da Floresta Nacional do Araripe, estado do Ceará. *Brasil Florestal*, **71**, 13-21.
- Ayres, M., Ayres Jr., Ayres, D. L. & Santos, A. A. S. (2007). BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá: MCT-CNPq.
- Baraloto, C., Forget, P.M. & Goldberg, D.E. (2005) Seed mass, seedling size and neotropical tree seedling establishment. *Journal of Ecology*, **93**, 1156–1166.
- Baratto, L.C. (2010) Escudo químico-analítico e morfoanatômico de espécies medicinais brasileiras da família Apocynaceae: *Himatanthus lancifolius* (MULL. ARG.) WOODSON e *Rauvolfia sellowii* MULL. ARG. Dissertação de mestrado da Universidade Federal do Paraná, Brasil.
- Boot, R.G.A. & GULLISON, R.E (1995) Approaches to Developing Sustainable Extraction Systems for Tropical Forest Products. *Ecological Applications*, **5**, 896-903.
- Borges Filho, H.C & Felfili, J.M. (2003) Avaliação dos níveis de extrativismo da casca do barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart. Coville)] no Distrito Federal, Brasil. *Revista Árvore*, **27**, 735-745.
- Carvalho, F.A., Jacobson, T.K., Costa, A.F. & Santos, A.A.B. (2009) Estrutura e distribuição espacial do Barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) em uma área de cerrado no sudeste de Goiás. *Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas*, **3**, 1-14.
- Chamberlain, J.L., Bush, R. & Hammett, A.L. (1998) Non-Timber Forest Products: The other forest products. *Forest Products Journal*, **48**, 2-12.

- Colares, A.V., Cordeiro, L.N., Costa, J.G.M., Silveira, E.R., Campos, A.R. & Cardoso, A.H. (2008). Phytochemical and biological preliminary study of *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Janaguba). *Pharmacognosy Magazine*, **4**, 73–77.
- Coley, P.D, Bryant, P. & Chapin, F.S. (1985) Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*, **230**, 895-899.
- Cunningham, A.B. (2001) Applied Ethnobotany: People, Wild Plant Use and Conservation. People and Plants Conservation Manuals. Earthscan Publications Ltd, London & Sterling, VA.
- Dijkman, M.J. (1951) Hevea: Thirty Years of Research in the Far East. University of Miami Press, Coral Gables, FL.
- Eurides, D., Mazzanti, A., Belletti, M.E., Silva, L.A.F., Fioravante, M.C.S., Neto, N.S.T., Campos, V.A., Lemos, R.C. & Silvestrini Junior, P.L. (1996) Morfologia e morfometria da reparação tecidual de feridas cutâneas em camundongos tratadas com solução aquosa de barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman* Martius). *Uruguayan*, **2**, 30-40.
- Feitosa, I.S. (2012) Etnobotânica e Extrativismo de *Stryphnodendron coriaceum* Benth. na Floresta Nacional do Araripe, Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.
- Ferreira, C. (2006) Aspectos morfoanatômicos, bioquímicos e genéticos de *Himatanthus sucuuba* Wood., em ambiente de várzea e de terra firme da bacia Amazônica. Tese Doutorado da Universidade de Manaus, Brasil.
- Ferreira, D. F. (1998) Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. pp.19, Lavras, Brasil.
- Ferreira Júnior, W.S.; Siqueira, C.F.Q. & Albuquerque, U.P. (2012) Plant stem bark extractivism in the Northeast semi-arid region of Brazil: a new aport to utilitarian redundancy model. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **20**, 20-31.
- Fischer, J.B. (1981) Wound healing by exposed secondary xylem in *Adansonia* (Bombacaceae). *IAWA Bull*, **4**, 193–199.
- França, W. C. S. C., Solsa, A.C.R.L.A., Cury, P.M. & Codeiro, J.A. (2011) Analysis of the action of *Himatanthus drasticus* in progression of urethane-induced lung cancer in mice *Einstein*, **9**, 350-3.

- Gaoue, O.G. & Ticktin, T. (2008) Impacts of bark and foliage harvest on *Khaya senegalensis* (Meliaceae) reproductive performance in Benin. *Journal of Applied Ecology*, **45**, 34-40.
- Gomes, M.A. & Shepherd, S.L.K. (2000) Estudo de nutrição mineral in vitro relacionado à adaptação de *Sinningia allagophylla* (Martius) Wiehler (Gesneriaceae) às condições de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, **23**, 153-159.
- Guedje, N.M., Zuidema, P.A., Heinjo, D., Foahom, B. & Lejoly, J. (2007) Tree barks as a non- timber forest product: The effect of bark collection on population structure and dynamics of *Garcinia lucida* Vesque. *Forest Ecology and Management*, **240**, 1-12.
- Herms, D.A. & Mattson, W.J. (1992) The dilemma of plants: to grow or defend. *Quarterly Review in Biology*, **67**, 283-335.
- Ibama (2005) Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe. Brasília: Ibama. 318 p.
- Ibama, recursos florestais do Araripe. Disponível em: www.ibama.gov.br/recursosflorestais/araripe, acesso em 08 de dezembro de 2011.
- Kidson, R. & Westoby, M. (2000) Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. *Oecologia*, **125**, 11-17.
- Larrosa, C.R. R. & Duarte, M.R. (2005) Contribuição ao estudo anatômico do caule de *Himatanthus sucuuba* (Spuce ex Müll. Arg.). Woodson, Apocynaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, **15**, 110-114.
- Latt, C.R., Nair, P.K.R. & Kang, B.T. (2000) Interactions among cutting frequency, reserve carbohydrates, and post- cutting biomass production in *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. *Agroforestry Systems*, **50**, 27-46.
- Lewinsohn T.M. & J. Vasconcellos-Neto, J. (2000) Como os insetos sabotam as plantas: o caso do látex (eds. RP Martins, Lewinsohn T.M. & MS Barbeitos), PPGE-UFRJ, pp. 281-298. Rio de Janeiro, Brasil.
- Lima, M. F.; Lima, F. A. M. & Teixeira, M. M. S. (1984) Mapeamento e demarcação definitiva da floresta nacional Araripe - Ceará, Brasil. *Ciências Agrônômicas*, **15**, 59-69.
- Linhares, J. F. P, Pinheiro, C. U. B., Ming, L. C., Rodrigues, M. I. A. & Ferreira, A. B. (2011) Ambientes de Ocorrência e Flora Acompanhante do Gênero *Himatanthus* em Alcântara, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira Plantas Mediciniais*, **13**, 550-558.
- Lucetti, D.L., Lucetti, C.P., Bandeira, M.A.M., Veras, H.N.H., Silva, A. H., Leal, L.K.A.M., Lopes, A.A., Alves, V.C.C., Silva G. S., Brito, G.A. & Viana, G.B. (2010) Anti-inflammatory effects and possible mechanism of action of lupeol

- acetate isolated from *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. *Journal of Inflammation*, **7**, 60-71.
- Moles, A.T. & Westoby, M. (2006) Seed size and plant strategy across the whole life cycle. *Oikos*, **113**, 91–105.
- Monteiro, D. & Ramalho, M. (2010) Abelhas Generalistas (Meliponina) e o Sucesso Reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com Florada em Massa na Mata Atlântica, BA. *Neotropical Entomology*, **39**, 519-526
- Oliveira, P.E. (1991) The pollination and reproductive biology of a cerrado woody community in Brazil. Ph.D. thesis, University of St. Andrews, St. Andrews.
- Oliveira, P. E. & Gibbs, P. E. (2000) Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, **195**, 311-329
- Oliveira, R.L.C., Lins Neto, E.M., Araújo, E.L. & Albuquerque, U.P. (2010) Conservation Priorities and Populations Structure of Woody Medicinal Plants in an Area of Caatinga vegetation (Pernambuco State, NE Brazil). *Environment Monit Assess*, **13**, 189-206.
- Ortiz, P. L., Arista, M., Oliveira, P. E. & Talavera, S. (2003) Pattern of Flower and Fruit Production in *Stryphnodendron adstringens*, an Andromonoecious Legume Tree of Central Brazil. *Plant Biology*, **5**, 592-599
- Peres, C.A., Baider, C., Zuidema, P.A., Wadt, L.H.O., Kainer, K.A., Gomes-Silva, D.A.P., Salomão, R.P., Simões, L.L., Franciosi, E. R. N., Valverde, F.C., Cornejo, F., Gribel, R., Shepard Jr., G.H., Kanashiro, M., Coventry, P., Yu, D.W., Watkinson, A.R. & Freckleton, R.P. (2003) Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*, **302**, 2112–2114.
- Primack, R.B. (1987) Relationship among flowers, fruits and seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **18**, 409–430.
- Radford, A.E., Dickinson, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R. (1974) Vascular plant systematics. Harper & Row publishers, New York.
- Rebouças, S. O., Grivicicha, I.V., Santos, M.S., Rodriguez, P., Gomes, M. D., Oliveira, S. Q., Silva, J. & Ferraz, A. B.F. (2011) Antiproliferative effect of a traditional remedy, *Himatanthus articulatus* bark, on human cancer cell lines, *Journal of Ethnopharmacology*, **137**, 926– 929.
- Ribeiro, S.P & Fernandes, G.W. (2000) Interações entre insetos e plantas no cerrado: teorias e hipóteses de trabalho (eds. RP Martins, Lewinsohn T.M. & MS Barbeitos), PPGE-UFRJ, pp. 229-320. Rio de Janeiro, Brasil.

- Rijkers, T., Ogbazghi, W., Wessel, M. & Bongers, F. (2006) The effect of tapping for frankincense on sexual reproduction in *Boswellia papyrifera*. *Journal of Applied Ecology*, **43**, 1188–1195.
- Schumann, K., Wittig, R., Thiombiano, A., Becker, U. & Hah, K. (2010) Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa, *Forest Ecology and Management*, **260**, 2035–2044.
- Spina, A.P. (2004) Estudos taxonômico, micro-morfológico e filogenético do gênero *Himatanthus* Willd. ex Schult. (Apocynaceae: Rauvolfioideae - Plumerieae). Tese de doutorado da Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Stewart, K. (2009) Effects of bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon. *Forest Ecology and Management*, **258**, 1121–1128.
- Ticktin, T. (2004) The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*, **41**, 11–21.
- Wiens, D., Calvin, C.L. & Wilson, C.A. (1987) Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. *Oecologia*, **71**, 501-509.
- Zar, J.H. (1996) Bioestatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey

Tabela 1. Produção média de pólen, óvulo e viabilidade polínica (%) dos indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Desvios padrão encontram-se entre parênteses. Letras minúsculas iguais na mesma linha representam diferença não-significativa pelo teste t ($p < 0.05$).

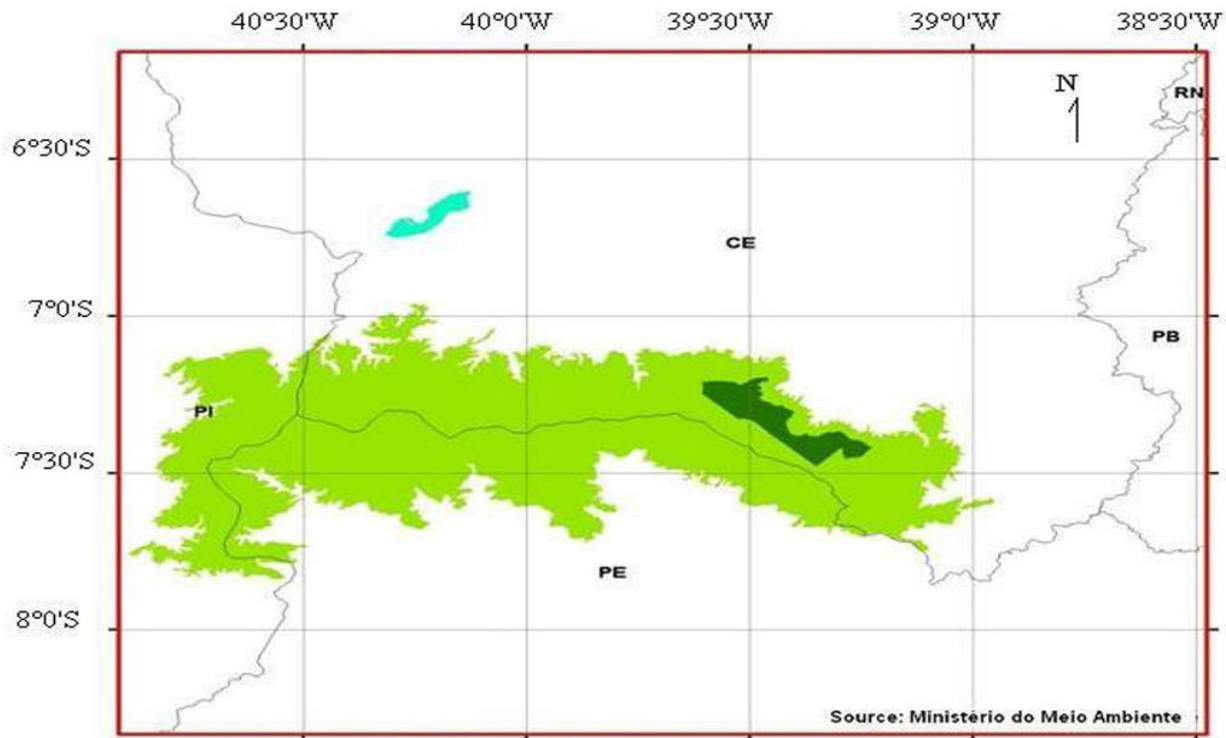
	Controle	Tratamento
Pólen	9, 324 (2,23) ^a	9, 230 (2,30) ^a
Viabilidade Polínica (%)	94,42 ^a	93, 21 ^a
Óvulos	148,86 (9,2) ^a	148,26 (8,6) ^a

Tabela 2. Características reprodutivas de indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. PERS: sucesso reprodutivo pré-emergente (Wiens *et al.* 1987).

Característica	Controle	Tratamento
Frutos/ flor	0,36	0,45
Sementes/ óvulo	0,47	0,23
PERS	0,169	0,103

Tabela 3. Produção média de grãos de pólen, óvulos e viabilidade polínica das flores hermafroditas e masculinas (n=20 por indivíduo) de *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Mata Úmida no nordeste brasileiro. Desvios padrão encontram-se entre parênteses. Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença significativa pelo teste t (p< 0.05).

	Controle		Tratamento	
	Hermafroditas	Masculinas	Hermafroditas	Masculinas
Pólen	84,03 (3,96) ^a	86,63 (3,41) ^a	66,33 (2,57) ^b	67,63 (4,92) ^b
Viabilidade polínica (%)	98,57 ^a	98,49 ^a	97,95 ^a	98,02 ^a
Óvulo	22,7 (4,76) ^a	--	13,43 (2,39) ^b	--



Legend



State limits

Protected areas



Aiuaba Ecological Station



Araripe Area of Environmental Protection



Araripe National Forest

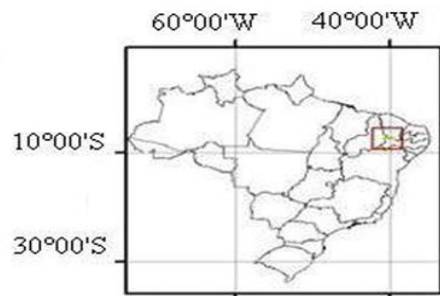


Figura 1. Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Brasil. Fonte: Ministério do Meio Ambiente.

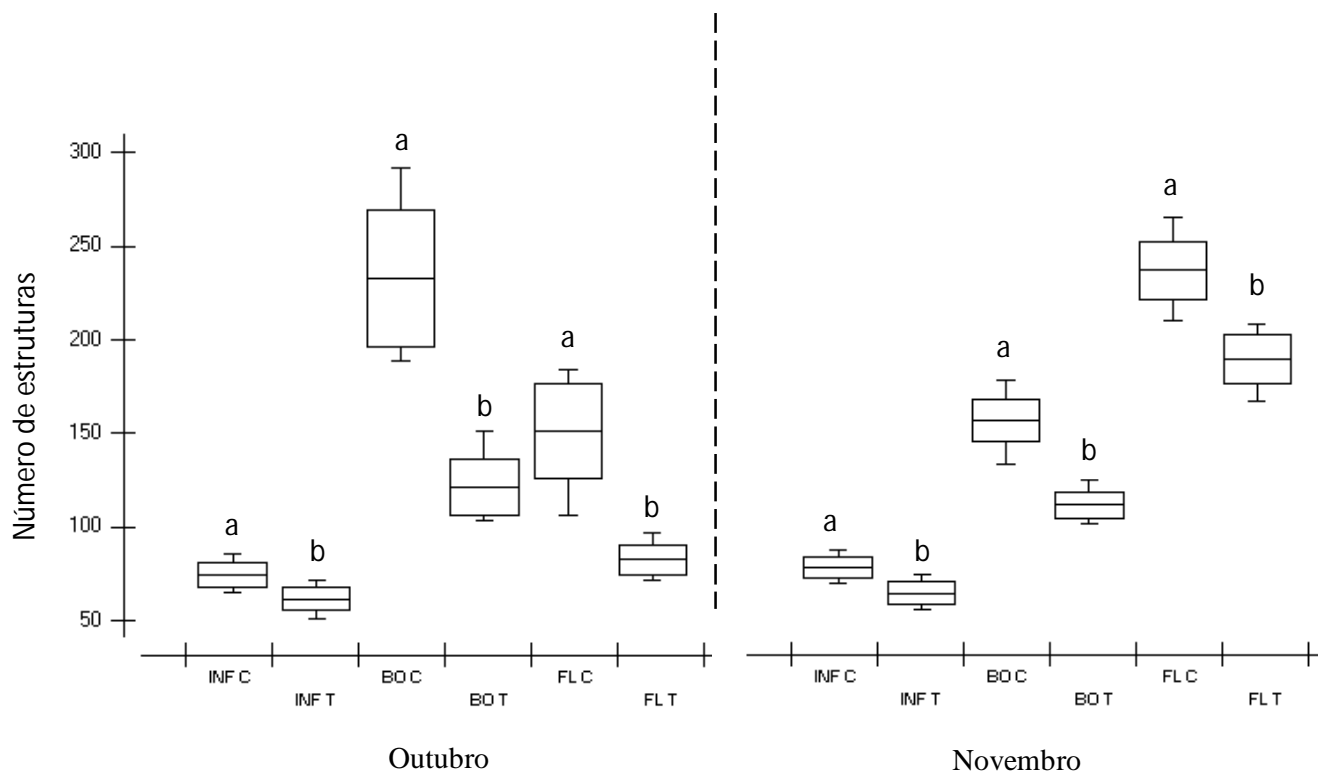


Figura 2. Produção média de inflorescências, botões e flores entre indivíduos de *Himatantus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos), nos meses de outubro e novembro de 2012, em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Letras minúsculas diferentes dentro de cada comparação representam diferença significativa pelo teste t ($p < 0.05$). INF: inflorescências; BO: botões; FL: flores; C: controle; T: tratamento.

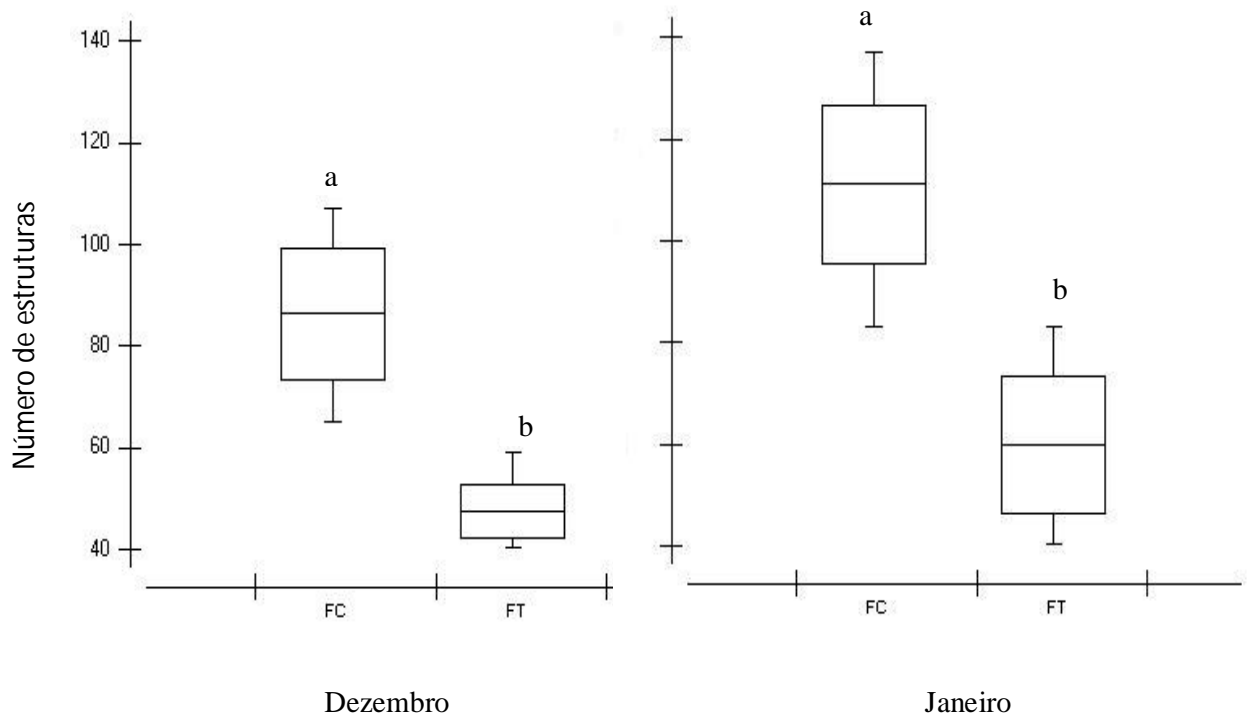


Figura 3. Média da produção de frutos entre os indivíduos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento $n=15$ para ambos), nos meses de dezembro de 2012 e janeiro 2013, em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Letras minúsculas diferentes dentro de cada comparação representam diferença significativa pelo teste t ($p < 0.05$). FC: fruto controle, FT: fruto tratamento.

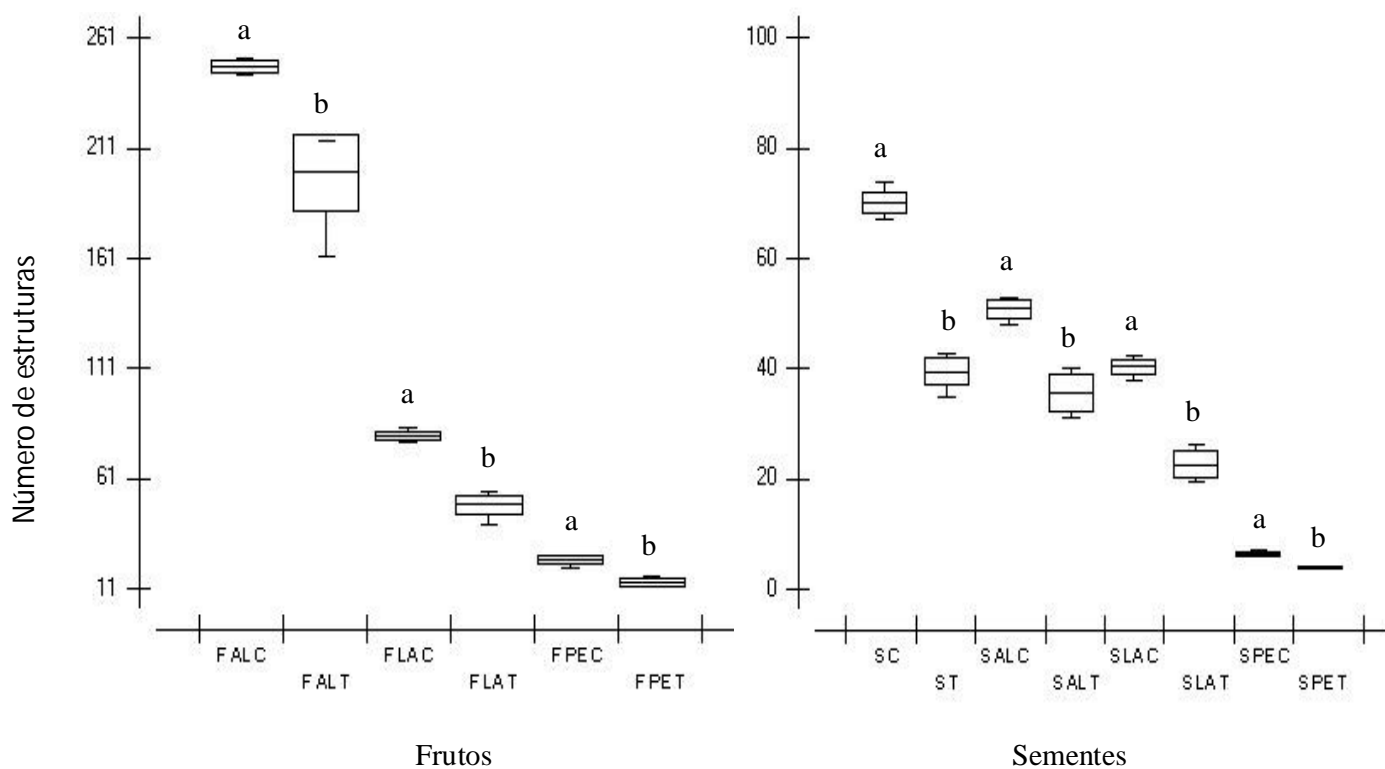


Figura 4. Média das características físicas entre os diásporos de *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento n=15 para ambos) em uma área de Cerrado no nordeste brasileiro. Letras minúsculas diferentes dentro de cada comparação representam diferença significativa pelo teste Tukey *a posteriori* ($p < 0.05$). F: frutos; S: sementes; AL: altura; LA: largura; PE: peso; C: controle; T: tratamento.

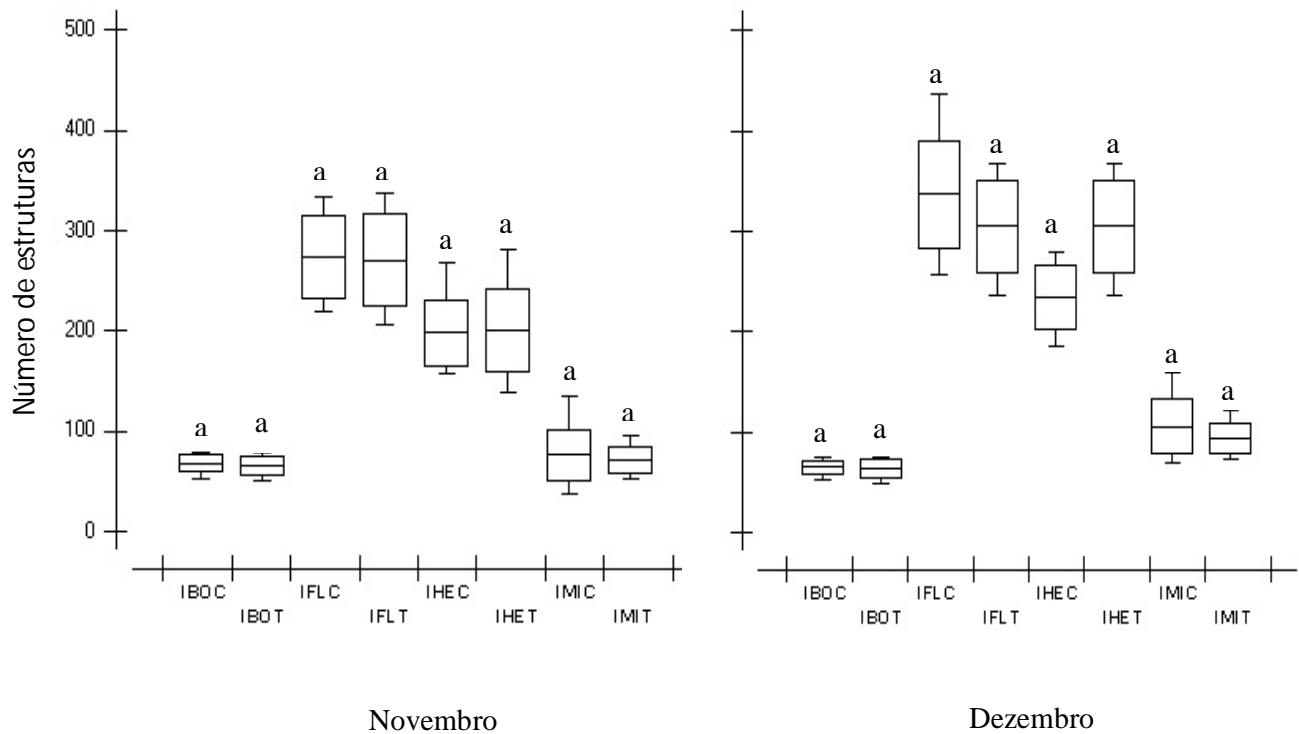


Figura 5. Produção de estruturas reprodutivas em *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae) nos meses de novembro e dezembro de 2012 entre indivíduos sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos) em uma área de Mata Úmida no nordeste brasileiro. Letras minúsculas iguais dentro de cada comparação representam diferença não significativa pelo teste t ($p < 0.05$). I: inflorescências; BO: botões; FL: flores; HE: hermafroditas; MI: mistas; C: controle; T: tratamento.

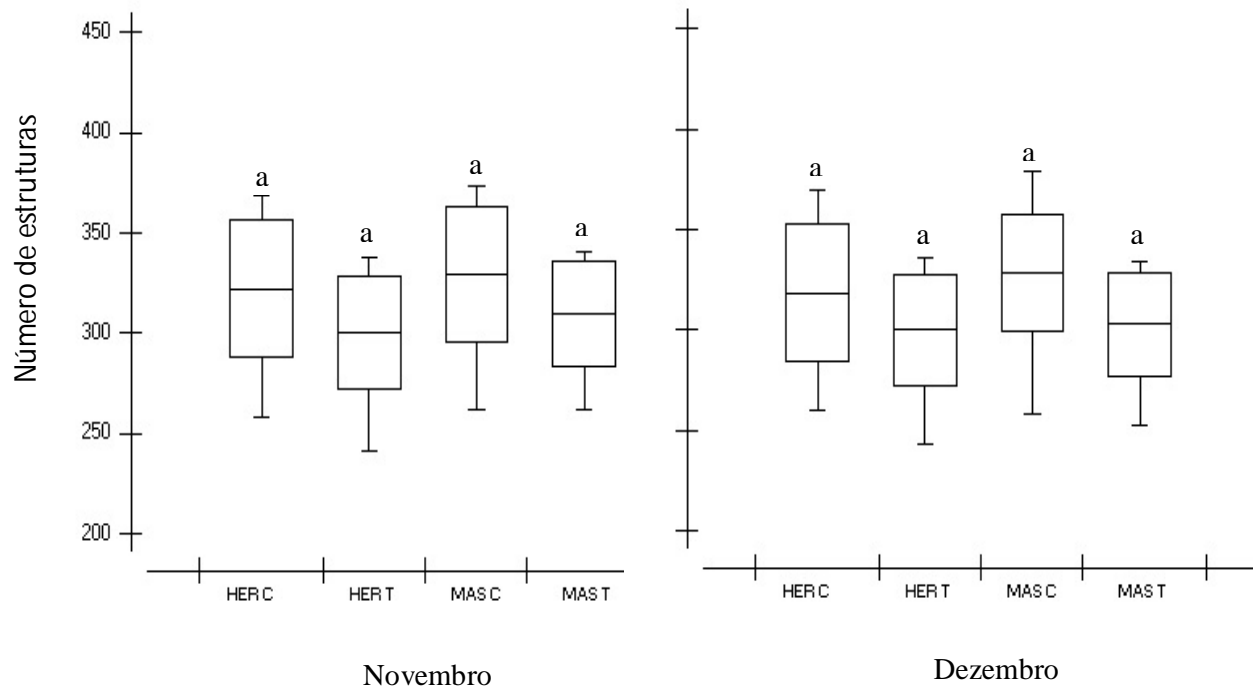


Figura 6. Proporção média de flores hermafroditas e masculinas produzidas por inflorescências mistas (n=50 por indivíduo) de *Stryphnodendron rotundifolium* (Fabaceae) em indivíduos sem extração (controle) e que sofreram extração da casca do caule (tratamento, n=15 para ambos), nos meses de novembro e dezembro de 2012, uma área de Mata Úmida no nordeste brasileiro. Letras minúsculas iguais dentro de cada comparação representam diferença não significativa pelo teste χ^2 ($p < 0.05$). HERC: hermafroditas controle; HERT: hermafroditas tratamento; MASC: masculinas controle; MAST: masculinas tratamento.

ANEXO I: Normas para publicação em *Journal of Applied Ecology*

Manuscript Structure

STANDARD PAPERS. Original articles should not exceed 7000 words inclusive of all parts of the paper apart from online Supporting Information. Typescripts should be arranged as follows, with each section starting on a separate page.

1. Title page. This should contain:

- A concise and informative title.
- A list of author names, affiliation(s), and e-mail addresses.
- The name, complete mailing address (including e-mail address, telephone and fax numbers) of the corresponding author.
- A running title not exceeding 45 characters.
- A word count of the entire paper broken down into summary, main text, acknowledgements, references, tables and figure legends.
- The number of tables and figures.
- The number of references.

2. Summary. This is called the Abstract on the web submission site. The Summary should outline the purpose of the paper and the main results, conclusions and recommendations, using clear, factual, numbered statements. Authors should follow a formula in which point 1 sets the context and need for the work; point 2 indicates the approach and methods used; the next 2-3 points outline the main results; and the last point identifies the wider implications and relevance to management or policy. The final summary point must carry the subheading '*Synthesis and applications*' and is the most important of all in maximising the impact of the paper. It should synthesise the paper's key messages and should be generic, seminal and accessible to non-specialists. The whole Summary should be readily understandable to all the Journal's readers and must not exceed 350 words.

3. Keywords. A list in alphabetical order not exceeding ten words or short phrases, excluding words used in the title and chosen carefully to reflect the precise content of the paper.

4. Introduction. State the reason for the work, the context, background, aims and the hypotheses being tested. End the Introduction with a brief statement of what has been achieved.

5. Materials and methods. Include sufficient details for the work to be repeated. Where specific equipment and materials are named, the manufacturer's details (name, city and country) should be given so that readers can trace specifications by contacting the manufacturer. Where commercially available software has been used, details of the supplier should be given in brackets or the reference given in full in the reference list.

6. Results. State the results of experimental or modelling work, drawing attention to important details in tables and figures. The Results section should conform to the highest standards of rigour.

7. Discussion. Point out the importance of the results and place them in the context of previous studies and in relation to the application of the work (expanding on the Synthesis and applications section of the Summary). Include clear recommendations for management or policy.

8. Acknowledgements. Be brief. If authors refer to themselves as recipients of assistance or funding, they should do so by their initials separated by points (e.g. J.B.T.). Do not acknowledge Editors by name.

9. References (see Manuscript Specifications below).

10. Tables (see Specifications). Each table should be on a separate page, numbered and accompanied by a legend at the top. These should be referred to in the text as Table 1, etc. Avoid duplication between figures and tables.

11. Figures (see Specifications). Figures and their legends should be grouped together at the end of the paper before Supporting Information (if present). If figures have been supplied as a list at the end of the text file (as recommended), they should appear above their respective legend. Figures should be referred to in the text as Fig. 1, Figs 1 & 2, etc. Photographic material should also be referred to as Figures. Do not include high-resolution versions of figures at submission; reduce the size and resolution of graphics to a file size of less than 1 MB. If a manuscript is accepted, higher quality versions of figures can be submitted at a later stage.

CITATIONS AND REFERENCES. Citation to work by four or more authors should be abbreviated with the use of *et al.* (e.g. Manel *et al.* 1999). Citation to work by one, two or three authors should always give the author names in full. Work with the same first author and date should be coded by letters, e.g. Thompson *et al.* 1991a,b. Citations should be listed in chronological order in the text and be separated by a semi-colon, e.g. Balmford & Gaston 1999; Royle *et al.* 2007. The references in the Reference list should be in alphabetical order with the journal name unabbreviated. The format for papers, theses, entire books and chapters in books is as follows:

Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. (1996) *Ecology: Individuals, Populations and Communities*, 3rd edn. Blackwell Science, Oxford.

Tuytens, F.A.M. (1999) *The consequences of social perturbation caused by badger removal for the control of bovine tuberculosis in cattle: a study of behaviour, population dynamics and epidemiology*. PhD thesis, University of Oxford.

McArthur, W.M. (1993) History of landscape development. *Reintegrating Fragmented Landscapes* (eds R.J. Hobbs & D.A.Saunders), pp. 10-22. Springer Verlag, Berlin.

Hill, M.O., Roy, D.B., Mountford, J.O. & Bunce, R.G.H. (2000) Extending Ellenberg's indicator values to a new area: an algorithmic approach. *Journal of Applied Ecology*, **37**, 3-15.

References should be cited as 'in press' only if the paper has been accepted for publication. Work not yet submitted for publication or under review should be cited as 'unpublished data', with the author's initials and surname given; such work should not be included in the Reference section. Any paper cited as 'in press' or under review elsewhere must be uploaded as part of the manuscript submission as a file 'not for review' so that it can be seen by the editors and, if necessary, made available to the referees. Citations from the world wide web: Authors may sometimes wish to cite information available from the world wide web in similar ways to the citation of published literature. In

using this option, authors are asked to ensure that:

(i) fully authenticated addresses are included in the reference list, along with titles, years and authors of the sources being cited, and the most recent date the site was accessed;

(ii) the sites or information sources have sufficient longevity and ease of access for others to follow up the citation;

(iii) the information is of a scientific quality at least equal to that of peer-reviewed information available in learned scientific journals;

(iv) hard literature sources are used in preference where they are available.

It is likely that official web sites from organisations such as learned societies, government bodies or reputable NGOs will most often satisfy quality criteria.