



ISSN: 2525-815X

# Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.ufrpe.br/jeap](http://www.ufrpe.br/jeap)

<http://dx.doi.org/10.24221/jeap.2.1.2017.1075.61-71>



## Variação nas concentrações de compostos fenólicos e nas taxas de herbivoria em *Aspidosperma pyriforme* Mart. em áreas antropizadas de Caatinga

## Variations in the concentrations of phenolic compounds and herbivory rates in *Aspidosperma pyriforme* Mart. in disturbed Caatinga's areas

Ranilson Emmanuel de Aquino<sup>a</sup>, Hiram Marinho Falcão<sup>b,\*</sup>, Jarcilene Silva de Almeida-Cortez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Departamento de Botânica, Laboratório de Interações Multitróficas. Rua Nelson Chaves, s/n, Cidade Universitária. CEP 50670-420, Recife, PE, Brasil E-mail: [ranilson\\_aquino@hotmail.com](mailto:ranilson_aquino@hotmail.com); [jacortez@ufpe.br](mailto:jacortez@ufpe.br).

<sup>b</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório de Fisiologia Vegetal. Rua Nelson Chaves s/n, Cidade Universitária. CEP: 50670-420, Recife, PE, Brasil. \*Autor correspondente: [hiramfalcao@hotmail.com](mailto:hiramfalcao@hotmail.com).

### ARTICLE INFO

Recebido 15 Dez 2016

Aceito 27 Dez 2016

Publicado 31 Jan 2017

### ABSTRACT

Resources availability and human disturbance are relevant in the responses to the actions of herbivores. Throughout the evolution plants have developed defense strategies against herbivory, such as chemical defenses. The aim of this study was to analyze the relationship between herbivory rates and biometric traits in *Aspidosperma pyriforme* Mart, and leaf concentration of defense metabolites and nutrients in areas of Caatinga, with and without anthropic disturbances in the micro region of Itaparica, Pernambuco. There were carried out measurements of herbivory rates, biometrics, and leaf carbon, nitrogen and phenolic compounds/tannin contents. Data were submitted to factorial ANOVA followed by Tukey's test (5%), and to correlation and simple linear regression analysis. The biometric parameters did not differ between areas, and were not related to phenolic compounds concentration. The nitrogen content was higher in the driest month, while carbon was higher at the end of the rainy season. Concentrations of phenolic compounds / tannin showed a negative relationship with herbivory in the disturbed areas, but in preserved areas, this relationship was not observed. The previous consumption of leaves by goats may have stimulated the increase in defense compounds in the disturbed areas, which caused a drop in herbivory by insects. In the preserved areas, the reduction in herbivory in June may be linked to the end of the growth cycle of some invertebrates. Although the influence of extensive livestock farming can be noticed in impacted areas, it cannot be considered the sole cause of the relationship herbivory/defense metabolites production.

**Keywords:** Chemical defences, secondary metabolites, semiarid, tannins, Apocynaceae.

### RESUMO

Disponibilidade de recursos e perturbações antrópicas possuem relevância nas respostas à atuação dos herbívoros. Ao longo da evolução as plantas desenvolveram estratégias de defesa contra a herbivoria, como as defesas químicas. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre as taxas de herbivoria e caracteres biométricos de *Aspidosperma pyriforme* Mart, e o conteúdo foliar de compostos fenólicos/taninos, em áreas de Caatinga, com e sem perturbações antrópicas na microrregião de Itaparica, Pernambuco. Foram realizadas medidas de taxa de herbivoria, biometria, e conteúdo de carbono, nitrogênio e compostos

fenólicos/taninos. Os dados foram analisados através de ANOVA fatorial seguida de teste de Tukey (5%), e análises correlação e regressão linear simples. Os parâmetros biométricos não apresentaram diferenças entre as áreas, nem relação com o conteúdo de compostos fenólicos. Os conteúdos de nitrogênio foram maiores no mês mais seco, enquanto os de carbono foram maiores no fim da estação chuvosa. Concentrações de compostos fenólicos/taninos tiveram relação negativa com as taxas de herbivoria das áreas impactadas, mas nas áreas preservadas essa relação não foi observada. O consumo prévio das folhas por caprinos pode ter estimulado o aumento na produção de compostos de defesa nas áreas impactadas, o que ocasionou queda nas taxas de herbivoria por insetos. Nas áreas preservadas a diminuição significativa da herbivoria em junho pode estar ligada ao fim do ciclo de crescimento de alguns invertebrados. Embora a influência da pecuária extensiva possa ser notada em áreas impactadas, ela não pode ser considerada a causa única da relação herbivoria/produção de compostos fenólicos.

**Palavras-Chave:** Defesas químicas, metabólitos secundários, semiárido, taninos, Apocynaceae.

### Introdução

A herbivoria é o consumo de partes das plantas, principalmente as folhas, por vertebrados ou invertebrados (Mello, 2007), podendo influenciar no *fitness* (sobrevivência, crescimento, habilidade competitiva e reprodução), tornando-se, assim, um dos principais fatores responsáveis pela determinação da estrutura e composição das comunidades vegetais (Janzen, 1970). Entretanto, as plantas desenvolveram, durante seu tempo evolutivo, diversas estratégias adaptativas que permitiram diminuir as consequências das perdas de tecidos decorrentes da herbivoria, destacando-se o desenvolvimento de caracteres morfológicos, como espinhos, acúleos, tricomas e defesas químicas (Hairston et al., 1960; Olff, 1999). Outros fatores que também influenciam nas estratégias de defesa dos vegetais e nos padrões de herbivoria são a disponibilidade de recursos e as condições do ambiente onde as plantas estão estabelecidas (Strauss-Debenedetti, 1996).

Ambientes com perturbações antrópicas podem ocasionar modificações nas interações planta/herbívoro, resultando em uma significativa diminuição na sua diversidade vegetal e, conseqüentemente, na diversidade da fauna associada (Sampaio et al., 1994). Áreas utilizadas frequentemente como pastagens para animais de criação podem ficar tão comprometidas que, além de influenciarem as características das espécies vegetais menos resilientes, como alterações na biomassa, na altura e na amplitude de cobertura do solo pela projeção da copa, podem inverter a relação positiva entre a diversidade de plantas e a diversidade de insetos, modificando a heterogeneidade estrutural vegetal original da localidade (Zhu et al., 2012).

O presente trabalho objetivou avaliar como áreas de Caatinga consideradas preservadas e áreas sob impactos antrópicos influenciam nas taxas de herbivoria por insetos e na produção de compostos fenólicos/taninos utilizando uma

espécie arbórea típica da região, o Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.). Pertencente à família Apocynaceae, o Pereiro possui ampla distribuição no Brasil, ocorrendo no Nordeste, no Norte de Minas Gerais e parte do Centro-Oeste, além de países como Paraguai e Bolívia. É uma espécie secundária, heliófita e decídua, com altura entre 3 e 8 m de altura, e podendo assumir um hábito mais arbustivo em Caatingas mais secas (Tigre, 1968; Braga, 1976; Andrade-Lima, 1989; Maia, 2004). No Nordeste é conhecido como pau-pereiro, pereiro vermelho ou pau-de-coaru (Correa, 1978), pertencendo a um gênero, cuja característica é a presença de alcaloides indólicos, conferindo um amplo espectro de atividades biológicas, sendo usado na medicina e veterinária popular, além de ser considerada uma das espécies mais tóxicas da Caatinga, com seu consumo associado ao aborto espontâneo em caprinos, ovinos e bovinos, principalmente nos períodos de longas estiagens, visto que é uma das últimas espécies a perder suas folhas em secas severas, tornando-se uma das poucas espécies utilizadas para o forrageio (Oliveira, 1999; Silva et al., 2006; Agra et al., 2007; Santos et al., 2009; Souza Lima & Soto-Blanco, 2010; Neto et al., 2013). Além das diversas utilidades econômicas (madeira, medicina popular, veterinária popular e ornamental) possui importância ecológica (restauração ecológica, sistemas agroflorestais, contribuição com néctar e pólen para abelhas em épocas em que poucas espécies florescem na Caatinga). Essa espécie é altamente adaptável às mais severas condições de seca, solos rasos e pedregosos, podendo ser utilizada em programas de reflorestamento para a recuperação de solos erodidos e, sob condições químicas e físicas difíceis, é uma das poucas espécies da Caatinga indicadas para a recuperação de áreas em avançado processo de degradação (Maia, 2004).

A hipótese é de que indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* estabelecidos em áreas

preservadas de Caatinga possuirão menores níveis de compostos fenólicos em suas folhas e maior taxa de herbivoria por invertebrados mastigadores/cortadores. Indivíduos presentes em áreas consideradas impactadas apresentarão níveis de compostos fenólicos mais concentrados e menores taxas de herbivoria.

### Material e Métodos

As coletas foram realizadas na microrregião do sertão de Itaparica, em uma área que compreende os municípios pernambucanos de Itacuruba (8°49'6" S, 38°41'57" W e altitude de 305 m) e Floresta (8°35'55" S, 38°33'50" W e altitude de 316 m), na mesorregião do São

Francisco. De acordo com a classificação de Köppen, os municípios apresentam o clima do tipo BShw (muito quente, semiárido), com média anual de precipitação de 623 mm e chuvas concentradas entre os meses de janeiro e maio (EMBRAPA, 2001). Os índices pluviométricos para os meses de coleta foram de 0,0, 60,0 e 2,3 mm para Itacuruba e 0,0, 36,5 e 3,8 mm para Floresta, respectivamente (Figura 1). Os dados de precipitação foram obtidos a partir de mensurações realizadas por estações pluviométricas do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) instaladas nos municípios citados.

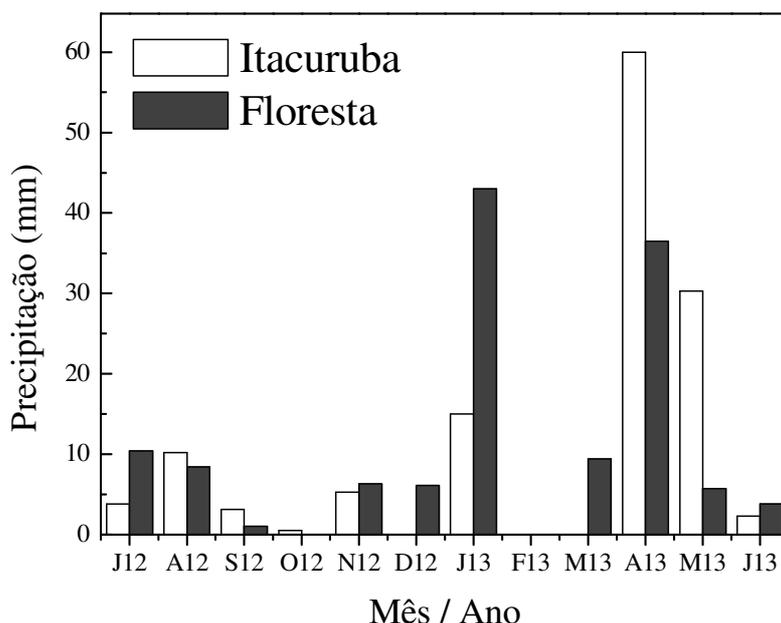


Figura 1. Precipitação média (mm) nos municípios de Itacuruba e Floresta entre junho de 2012 e junho de 2013.

Dados de cinco indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* foram coletados, mensalmente, em 18 parcelas, totalizando 90 indivíduos e 270 amostras, no período de três meses. De cada planta foram avaliados: altura, diâmetro da base (DB) e diâmetro à altura do peito (DAP). As plantas coletadas foram marcadas com tinta *spray*, evitando a repetição daquele indivíduo na coleta seguinte. Três ramos, por indivíduo, foram coletados, de modo aleatório, e identificados em sacos de papel com o número do indivíduo/parcela/área de coleta. As amostras vegetais foram coletadas nos meses de fevereiro, abril e junho de 2013, de indivíduos estabelecidos em propriedades privadas classificadas como impactadas (9) e preservadas (9), de acordo com o histórico de uso da terra, em levantamento realizado com os criadores/fazendeiros.

Em laboratório, 10 folhas de cada ramo coletado foram digitalizadas, totalizando 30 folhas por indivíduo, utilizando um *scanner* de mesa HP Scanjet 2400 (Hewlett-Packard Company, Palo Alto, EUA) (O'Neal, 2002) para avaliação das taxas de herbivoria por insetos mastigadores/cortadores nas diferentes áreas, resultando em 270 digitalizações por coleta (total de 810 digitalizações). As medições de área foliar herbivorada foram feitas utilizando o programa ImageJ (Rasband, 1997). A fórmula utilizada para a avaliação da taxa de herbivoria foi:

$$\text{Herbivoria (\%)}_{\text{folha}} = \left( \frac{\text{área removida}}{\text{área total}} \right) * 100$$

Após a digitalização, as folhas foram levadas para estufa por 48h a 70°C, posteriormente trituradas e acondicionadas em

sacos plásticos hermeticamente fechados e identificados para extração e quantificação dos compostos fenólicos totais, taninos, carbono e nitrogênio de cada indivíduo por parcela.

A extração e quantificação do teor de nitrogênio total no tecido foliar seguiu a metodologia de digestão por ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para plantas (Thomas et al., 1967) e a destilação com arraste de vapor de Kjeldahl adaptada (Bremner & Mulvaney, 1982), utilizando-se 250 mg do material foliar processado de cada indivíduo por parcela. A extração e quantificação de carbono foi realizada segundo a metodologia de Bezerra Neto (Bezerra Neto, 2004), utilizando 50 mg das amostras foliares processadas de cada indivíduo coletado.

Para a extração e quantificação de compostos fenólicos totais foi utilizada a metodologia de Folin-Ciocalteu, com modificações (Folin & Ciocalteu, 1927). Para determinação dos fenóis totais foram utilizados 20 mg do material vegetal seco de cada indivíduo, fervidos em frascos de vidro em uma solução de metanol a 80% durante 1 min, transferidos para microtubos do tipo Eppendorf de 1,5 mL e centrifugados durante 10 minutos para separação dos resíduos em suspensão na solução. Alíquotas de 20 µL do extrato de cada Eppendorf foram transferidas para novos microtubos de 1,5 mL, onde a reação foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu a 10%, de acordo com a metodologia de Amorim et al. (2008). Os resultados foram obtidos pela interpolação da absorvância das amostras contra uma curva de calibração confeccionada com ácido tânico (0,1 mg.mL<sup>-1</sup>) em um espectrofotômetro (Genesys 10S UVVIS, Thermo Scientific, Waltham, EUA) calibrado para o comprimento de onda de 760 nm.

Para a determinação das concentrações de taninos totais foi utilizado o método da precipitação por caseína (Amorim et al., 2008), com extrato utilizando 20 mg do material foliar de cada indivíduo por parcela, juntamente com 2 mL de metanol, deixados em chapa de aquecimento até o início da ebulição. Em seguida, o material foi centrifugado para precipitação dos resíduos foliares. Foram pesadas 40 mg de caseína e adicionadas em Eppendorf de 1,5 mL, juntamente com 240 µL do extrato foliar e 480 µL de água deionizada. Os tubos foram levados para agitação em vórtex, repetindo-se de 5 a 7 vezes para uma total homogeneização com a caseína. Em seguida, os mesmos foram centrifugados durante 10 minutos e amostras de 60 µL de cada tubo foram diretamente pipetadas e transferidas

para novos Eppendorf de 1,5 mL, evitando uma contaminação com a caseína restante. A quantificação dos fenólicos totais foi repetida utilizando-se novas alíquotas, com as amostras levadas a leitura em espectrofotômetro. A determinação dos níveis de taninos totais presentes foi efetuada através da diferença entre os níveis de compostos fenólicos totais e os níveis de compostos fenólicos residuais não-complexos (Santos & Mello, 2004).

Os dados de conteúdos foliares de carbono e nitrogênio, taxas de herbivoria, taxas de compostos fenólicos e taninos foram submetidos a uma análise de variância fatorial, tendo como variáveis independentes o nível de impacto antrópico e o mês de coleta. Sempre que necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para investigar as relações entre o conteúdo de compostos fenólicos e taninos e os caracteres biométricos e herbivoria, foram realizadas análises de correlação de Pearson e regressão linear simples, respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

## Resultados

As análises biométricas de *Aspidosperma pyrifolium* para as parcelas de áreas preservadas apresentaram altura média de 3,78 m ± 1,75 m, DB de 19,7 ± 9,9 cm, DAP de 19,3 ± 12,0 cm e para as parcelas de áreas impactadas apresentaram altura média de 3,77 ± 1,39 m, DB de 17,8 ± 8,5 cm, DAP de 17,7 ± 10,4 cm, sem apresentar diferenças significativas entre si, assim como também não foram observadas relações entre os dados biométricos avaliados e o conteúdo foliar de compostos fenólicos (Figura 2).

Ocorreram diferenças significativas nos conteúdos foliares de nitrogênio e carbono entre os meses de coleta, com o maior conteúdo de nitrogênio foliar encontrado em fevereiro, sendo o mês mais seco para ambas as áreas. Os menores valores de nitrogênio foram encontrados em abril, com 9,79 ± 0,30 g.kg<sup>-1</sup> e 10,14 ± 0,34 g.kg<sup>-1</sup> para áreas preservadas e impactadas, respectivamente, enquanto os maiores valores de nitrogênio foram de 17,66 ± 0,63 g.kg<sup>-1</sup> em áreas preservadas e 17,04 ± 0,58 g.kg<sup>-1</sup> em áreas impactadas, considerado o mês mais chuvoso (Tabela 1). O conteúdo de carbonofoliar (%) foi maior em junho (26,51 ± 1,08 g.kg<sup>-1</sup> em áreas preservadas e 27,57 ± 1,91 g.kg<sup>-1</sup> em áreas impactadas) em ambas as áreas, com menores conteúdos ocorrendo em abril (22,60 ± 1,18 e 24,01 ± 1,01 g.kg<sup>-1</sup>, respectivamente).

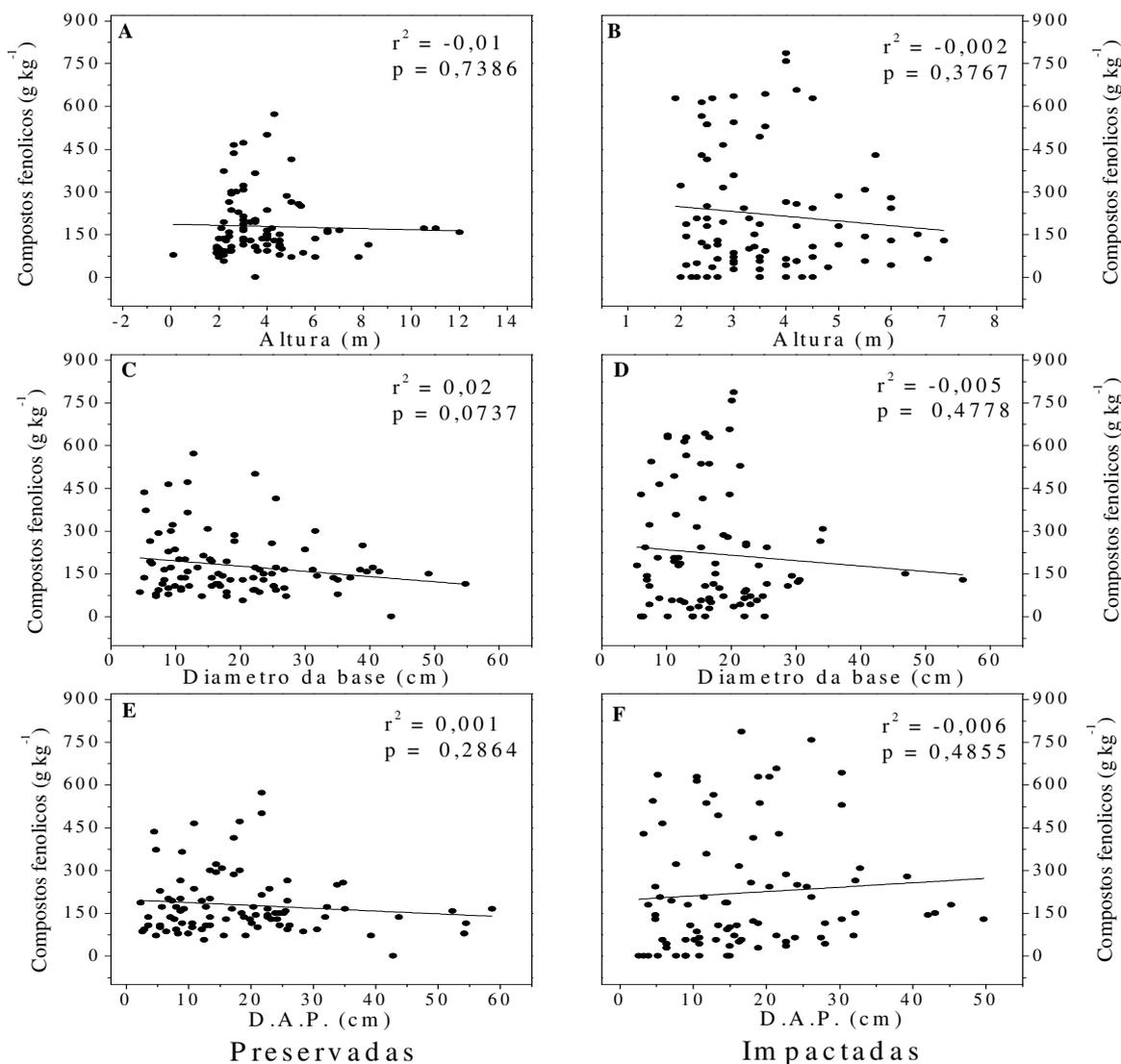


Figura 2. Análise de Correlação de Pearson entre os dados biométricos de altura, diâmetro de base (DB) e diâmetro à altura do peito (DAP) e as taxas de compostos fenólicos de *Aspidosperma pyrifolium* nas parcelas coletadas preservadas e impactadas nos meses de fevereiro, abril e junho de 2013, na microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. A, C e E = áreas preservadas; B, D e F = áreas impactadas.

Tabela 1. Conteúdos totais de nitrogênio, carbono e área foliar herbivoradas em folhas de *Aspidosperma pyrifolium* de áreas preservadas e submetidas a impactos antrópicos na microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. Médias seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey (5%). Variáveis apresentando (\*) apresentaram diferença apenas para o parâmetro “Mês”. Médias  $\pm$  Erro Padrão (n = 30).

Área	Mês	*N (g.kg <sup>-1</sup> )	*C (%)	Área foliar herbivorada (%)
Impactada	FEV	17,04 $\pm$ 0,58 a	25,01 $\pm$ 0,70 ab	8,881 $\pm$ 9,10 cd
	ABR	10,14 $\pm$ 0,34 c	24,01 $\pm$ 1,01 b	11,015 $\pm$ 8,94 b
	JUN	11,96 $\pm$ 1,05 b	27,57 $\pm$ 1,91 a	12,061 $\pm$ 8,11 a
Preservada	FEV	17,66 $\pm$ 0,63 a	24,17 $\pm$ 0,34 ab	10,249 $\pm$ 10,65 d
	ABR	9,79 $\pm$ 0,30 c	22,60 $\pm$ 1,18 b	11,36 $\pm$ 6,90 bc
	JUN	11,50 $\pm$ 0,71 b	26,51 $\pm$ 1,08 a	9,383 $\pm$ 9,49 cd

Nas áreas preservadas, a relação entre as taxas de herbivoria em *Aspidosperma pyrifolium* e a quantidade de compostos fenólicos ( $R^2 = 0,14$  e  $p = 0,1595$ ) e taninos produzidos ( $R^2 = 0,21$  e  $p =$

$0,0430$ ) não foi observada (Figura 3AB). As taxas de herbivoria mostraram diferenças entre as áreas e tiveram relação negativa com as taxas de compostos fenólicos ( $R^2 = -0,51$  e  $p = 0,0000$ ) e

taninos ( $R^2 = -0,50$  e  $p = 0,000$ ) nas áreas

impactadas (Figura 3CD).

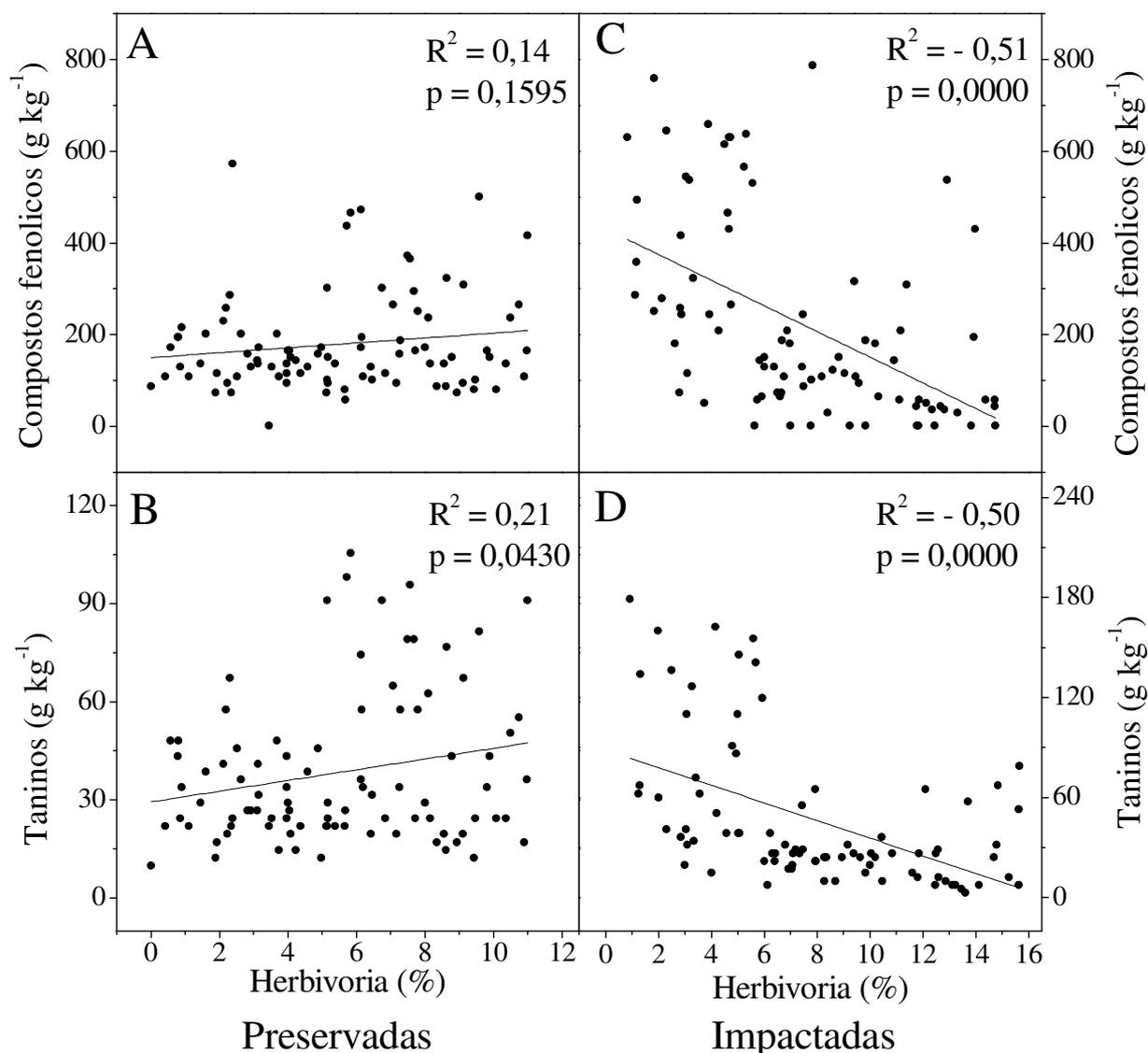


Figura 3. Regressão linear simples entre as taxas de compostos fenólicos, taninos e herbivoria nas parcelas coletadas preservadas e impactadas nos meses de fevereiro, abril e junho de 2013, na microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. A e B. áreas preservadas; C e D. áreas impactadas.

Nas áreas impactadas, o mês mais seco (fevereiro) apresentou taxas de herbivoria muito baixas quando comparadas ao mesmo período nas áreas preservadas, que mantiveram taxas constantes de herbivoria em fevereiro e abril, tendo uma diminuição significativa apenas em junho (Figura 4A). A situação nas áreas impactadas se inverte após o período de chuvas, onde as taxas de herbivoria aumentam em abril e junho (Figura 4A), enquanto ocorre uma queda no conteúdo foliar de compostos fenólicos e taninos em ambas as áreas (Figura 4BC). O mês de fevereiro foi o período de maior concentração de compostos fenólicos e taninos nos tecidos foliares

para ambas as áreas (Figura 4BC). As avaliações realizadas para quantificar as concentrações de compostos fenólicos e taninos totais presentes em *Aspidosperma pyrifolium* demonstraram que nas áreas preservadas não há relação entre essas concentrações e as taxas de herbivoria (Figura 2AB). Nas áreas impactadas verificou-se relação entre as concentrações de compostos fenólicos e taninos totais em tecidos foliares e as taxas de herbivoria, com uma taxa de herbivoria negativamente proporcional a quantidade de compostos fenólicos/taninos presentes nos tecidos foliares (Figura 4CD).

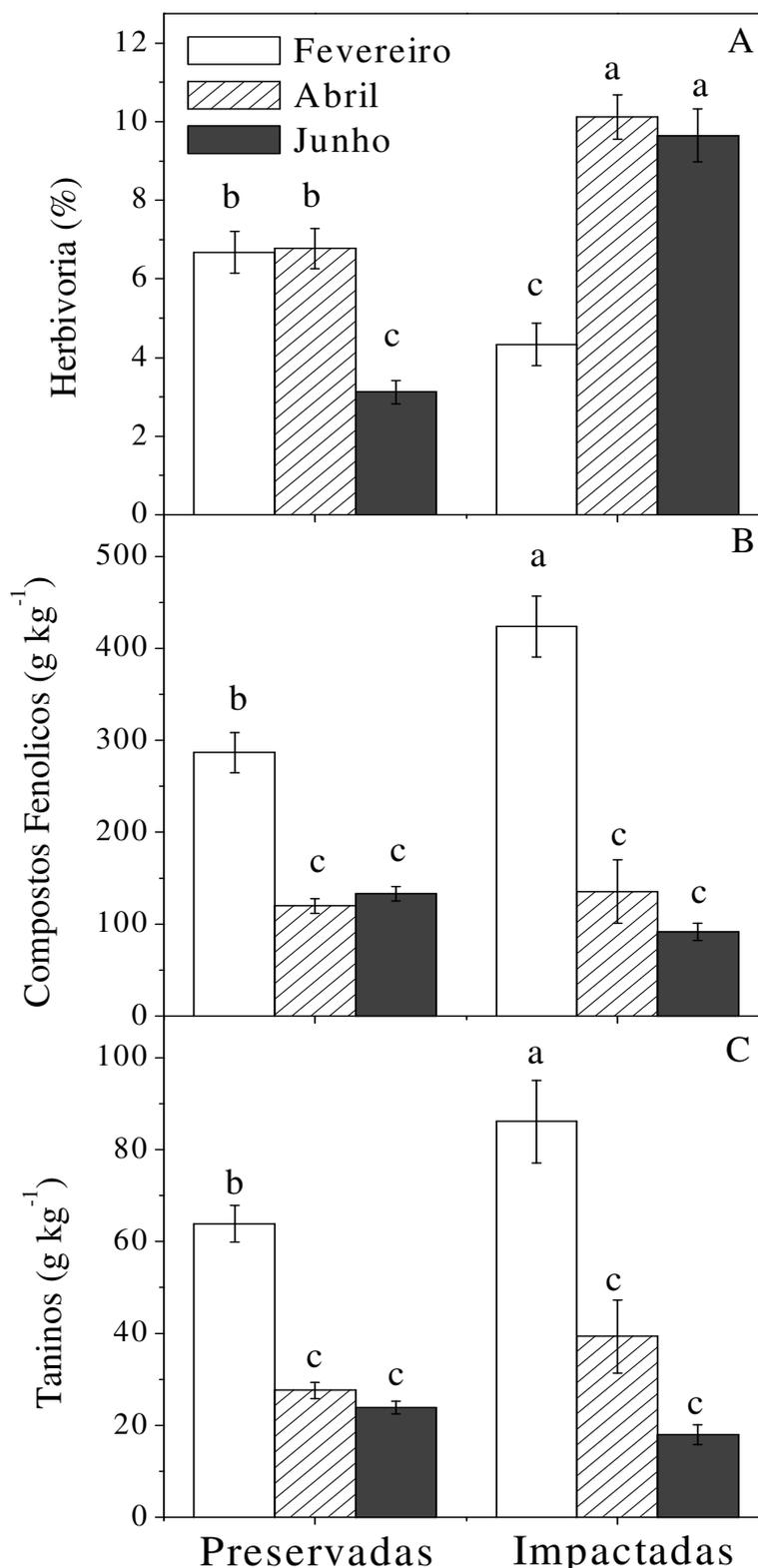


Figura 4. Taxa de herbivoria e conteúdo de compostos fenólicos e taninos, durante os meses de Fevereiro, Abril e Junho de 2013, em folhas de *Aspidosperma pyrifolium* de áreas preservadas e submetidas a impactos antrópicos, na microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. A. Taxa de herbivoria; B. Compostos fenólicos; C. Taninos. Barras com a mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey (5%). Barras:  $\pm$  erro padrão (n = 30).

#### Discussão

Neste estudo, os resultados das análises biométricas de *Aspidosperma pyrifolium*, tanto em

áreas de Caatinga tidas como preservadas como em áreas sobre intensa influência dos impactos antrópicos, não deram suporte a hipótese de que

concentrações de compostos fenólicos e taninos possam ter relações com alturas e os diâmetros das plantas analisadas. Muito embora Silva & Frizzo (1985) tenham encontrado variações entre as concentrações de compostos de defesa em cascas de troncos com diferentes alturas em *Acacia mearnsii* De Wild., estudos como o de Teixeira et al. (1990) apresentando caracteres biométricos e taxas de compostos fenólicos em cascas de uma espécie do Cerrado (*Stryphnodendron adstringens* Mart.), e o de Monteiro et al. (2005) trabalhando com cascas e folhas de três espécies arbóreas de Caatinga, não corroboraram essa hipótese. Indivíduos de Pereiro estabelecidos em uma determinada localidade não são influenciados, ao menos em suas características biométricas, pelos impactos ligados a atividades antrópicas.

Aparentemente, o período de chuvas foi o fator determinante para a mudança nas taxas de herbivoria em Pereiros nas áreas impactadas, principalmente após um período de quase dois anos com baixíssimos índices pluviométricos na região (CNM, 2015). A hipótese de disponibilidade de recursos proposta por Coley (1985) prediz que as folhas em seus estágios iniciais, com luz facilmente disponível, mas baixa disponibilidade de nutrientes, possuem índices elevados de fixação de carbono e baixo investimento em defesas químicas, e assim as folhas jovens seriam mais consumidas por herbívoros por conta das baixas taxas de compostos de defesa e lignina em sua constituição. Essa hipótese é confirmada nas áreas impactadas avaliadas, onde os Pereiros apresentaram uma alta taxa de carbono em suas folhas em junho, fim da estação chuvosa, ao mesmo tempo em que esse mês apresentou a maior taxa de herbivoria registrada para as plantas dessas áreas.

Estudos mais recentes, no entanto, têm demonstrado que, em alguns casos, as folhas mais jovens possuem altos índices de compostos de defesa assim que são geradas, diminuindo com seu amadurecimento (Brenes-Arguedas, 2006). Entretanto, esse fenômeno varia de acordo com a espécie e o ambiente onde a planta se desenvolve. Silva (2012), no seu estudo em uma floresta sazonal tropical seca, no estado de Minas Gerais, usando folhas de Ipê amarelo (*Handroanthus ochraceus* Cham.), observou variações nas taxas de nitrogênio durante a estação chuvosa, que diminuía gradativamente durante essa estação, sendo o mesmo observado nas áreas impactadas, quando, em fevereiro apresentou a maior concentração de nitrogênio foliar, seguido de uma queda nestes valores em abril e junho. Entretanto,

no estudo com *H. ochraceus*, as taxas de herbivoria se correlacionavam positivamente com as concentrações de nitrogênio e de compostos fenólicos presentes nos tecidos vegetais, enquanto o contrário foi observado em nosso estudo com o Pereiro, onde as taxas de herbivoria e compostos fenólicos/taninos se correlacionaram negativamente. Isso pode se dever ao fato de que, mesmo que compostos fenólicos sejam mais conhecidos por sua capacidade de reduzir a digestibilidade dos tecidos vegetais, os seus efeitos dependem da resposta específica para cada espécie de herbívoro e do tipo de composto produzido por cada espécie vegetal em questão (Close & McArthur, 2002).

A hipótese da disponibilidade de recursos também explica como os recursos disponíveis em uma determinada área influenciam diretamente na produção das defesas vegetais. Monteiro et al. (2006), num estudo sobre a influência da sazonalidade climática na Caatinga sobre as taxas de fenóis totais e taninos em *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. demonstraram a existência de uma forte relação entre estes teores e os índices de pluviosidade, apesar das duas espécies avaliadas por Monteiro adotarem diferentes estratégias na produção dos compostos nos períodos de seca e nos períodos chuvosos. Essa mesma relação foi observada com os indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* nas áreas mais impactadas avaliadas. Outro fator que poderia estar influenciando no aumento das taxas de herbivoria nas áreas impactadas por atividades antrópicas é a pecuária de criação extensiva, em destaque a caprinocultura, típica da região. Ao consumirem os galhos mais baixos dos Pereiros, os caprinos causam danos prévios ao tecido foliar, sinalizando em nível celular para uma maior produção e acúmulo de compostos fenólicos e taninos (defesas quantitativas) nos tecidos lesionado (Coleman & Jones, 1991) e, mesmo não sendo possível quantificar as taxas de herbivoria causadas por esses ruminantes nos tecidos foliares, que geralmente é consumido de uma vez, os seus impactos se fazem sentir nas taxas de herbivoria produzidas por insetos.

Os mamíferos, em geral, causam menos danos pelo consumo de tecidos foliares que os insetos, mas estão envolvidos diretamente com o aumento na concentração de compostos de defesa das plantas e, conseqüentemente, nos danos por herbivoria que outros fitófagos poderiam causar em folhas saturadas com compostos de defesa (Coley & Barone, 1996). Assim, a introdução de rebanhos de animais exóticos pode afetar diretamente nas interações entre plantas e

herbívoros invertebrados mastigadores/cortadores, mesmo em plantas tóxicas como o Pereiro, que em períodos de extrema seca passa a ser consumido por muitos animais de criação. Isto, juntamente com alterações provocadas pela agricultura e retirada da vegetação nativa, pode afetar a complexidade estrutural das florestas tropicais secas das mais diversas maneiras (Leal et al., 2003; Madeira et al., 2009).

### Conclusão

Contrariando a premissa inicial da pesquisa, os indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* presentes nas áreas preservadas de Caatinga não apresentaram uma relação entre os níveis de compostos de defesa produzidos e as taxas de herbivoria em suas folhas, diferentemente dos indivíduos de Pereiro localizados em áreas impactadas, onde os teores de compostos fenólicos foram maiores e as taxas de herbivoria menores no mês de fevereiro. Esse comportamento mudou drasticamente com o início da estação chuvosa, onde se verificou uma diminuição dos compostos de defesa e um aumento da herbivoria foliar, ligada possivelmente a produção de novas folhas com menores teores de compostos de defesa em seus tecidos.

O consumo prévio das folhas por animais criados no sistema de pecuária extensiva na região pode ter estimulado o aumento na produção de compostos de defesa, o que ocasionou queda nas taxas de herbivoria por insetos. Nas áreas preservadas, as taxas de herbivoria mantiveram-se constantes durante fevereiro e abril, com uma diminuição significativa durante junho, que pode estar ligada ao fim do ciclo de crescimento de alguns invertebrados mastigadores/cortadores.

Essa análise inicial permitiu verificar, parcialmente, como os impactos antrópicos podem interferir em relações planta/animal estabelecidas em uma espécie pertencente a uma floresta sazonalmente seca e as estratégias adotadas por *Aspidosperma pyrifolium* para a conservação de suas folhas sob grande pressão de herbivoria.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Projeto Interplay Between the Multiple Use of Water Reservoirs via Innovative Coupling of Substance Cycles in Aquatic and Terrestrial Ecosystems (INNOVATE), ao Prof. Dr. Rômulo Menezes e a equipe do Departamento de Energia Nuclear-DEN (UFPE), ao Prof. Dr. Antônio Fernando Morais de Oliveira e à equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada à Fitoquímica-LEAF (UFPE). Ranilson Aquino agradece à Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de pesquisa.

### Referências

AGRA, M. D. F.; FREITAS, P. F. D.; BARBOSA-FILHO, J. M. 2007. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.17, p.114-140.

ANDRADE LIMA, D. 1989. Plantas da caatinga. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

AMORIM, E. L. C.; NASCIMENTO, J. E.; MONTEIRO, J. M.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; ARAÚJO, T. A. S.; ALBUQUERQUE, U. P. 2008. A simple and accurate procedure for the determination of tannin and flavonoid levels in some applications. Functional Ecosystems and Communities, v.2, Special Issue, p.88-94.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. 2004. Métodos de análises químicas em plantas. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BRAGA, R. 1976. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. ESAM, 3ª ed. Fortaleza.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. 1982. Nitrogen total, Methods of soil analysis, Madison: Soil Science Society of America, pp.595-624.

BRENES-ARGUEDAS, T.; PHYLLIS, M. W. H.; COLEY, P. D.; LOKVAM, J.; WADDELL, R. A.; MEIZOSO-O'MEARA, B. E.; KURSAR, T. A. 2006. Contrasting mechanisms of secondary metabolite accumulation during leaf development in two tropical tree species with different leaf expansion strategies. Oecologia, v.149 p.91-100.

CLOSE, D. C.; MCARTHUR, C. 2002. Rethinking the role of many plant phenolics-protection against photodamage not herbivores? Oikos, v.199, n.1, p.166-172.

COLEMAN, J. S.; JONES, C. G. 1991. A phytocentric perspective of phytochemical induction by herbivores. In: TALLAMY, D. W.; RAUPP, M. J. (ed.). Phytochemical induction by herbivores. New York, John Wiley, pp.3-45.

COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, S. F. 1985. Resource Availability and plant antiherbivore defense. Science, New Series, v.230, p.895-899.

- COLEY, P. D.; BARONE, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.27, p.305-335.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS-CNM. Análise sobre a seca no Nordeste, 2013. Available: [http://www.nordeste.cnm.org.br/img/download/estudoCNM/Estudo\\_Seca\\_Nordeste\\_Final.pdf](http://www.nordeste.cnm.org.br/img/download/estudoCNM/Estudo_Seca_Nordeste_Final.pdf). Access: May 30, 2015.
- CORREA. M. P. 1978. Dicionário das plantas úteis do Brasil. IBDF, v.5, Rio de Janeiro.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2001. Diagnóstico Ambiental do Município de Floresta, Pernambuco. EMBRAPA, Rio de Janeiro. Available: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/circulartecnical0diagambfloresta.pdf>. Access: May 04, 2014.
- FOLIN, C.; CIOCALTEU, V. 1927. Tyrosine and tryptophan determination in protein. *Journal of Biological Chemistry*, v.73, p.627-650.
- HAIRSTON, N. G.; SMITH, F. E.; SLOBODKIN, L. B. 1960. Community structure population control and competition. *The American Naturalist*, v.94, p.421-425.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and number of tree species in tropical forest. *The American Naturalist*, v.104, p.01-528.
- LEAL, I. R., VICENTE, A.; TABARELLI, M. 2003. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região do Xingó: uma análise preliminar. *Ecologia e conservação da Caatinga*, Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp.695-715.
- MADEIRA, B. G.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; DÂNGELO-NETO, S.; NUNES, Y. R. F., SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; FERNANDES G. W.; QUESADA, M. 2009. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, v.201, p.291-304.
- MAIA, G. N. 2004. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. D e Z Leitura e Arte, 1º ed. São Paulo.
- MELLO, M. 2017. Influence of herbivore attack patterns on reproductive success of the shrub *Piper hispidum* (Piperaceae). *Ecotropica*, v.13, p.1-6.
- MONTEIRO, J. M.; LINS NETO, E. M. F.; AMORIM, E. L. C.; STRATTMANN, R. R.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. 2005. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da caatinga. *Árvore*, v.29, p.999-1005.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS NETO, E. M. F.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, M. M.; AMORIM, E. L. C. 2006. The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin level. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.16, p.338-344.
- OLFF, H.; BROWN, V. K.; DRENT, R. H. 1999. Herbivores: between plants and predators, pp.9-10, Blackwell Science, Oxford.
- OLIVEIRA, A. J. B. D. 1999. Estudo de seis espécies do gênero *Aspidosperma* utilizando GC, GC/MS e HPLC: Análise qualitativa e quantitativa. Teste Bioautográfico: Cultura de tecido e células vegetais e rota de preparação dos compostos diméricos Ramiflorina A e Ramiflorina B. Tese (Doutorado), Instituto de Química, Unicamp, Campinas, São Paulo, Brasil. 392p.
- O'NEAL, M. E.; LANDIS, D. A.; ISAACS, R. 2002. An inexpensive, accurate method for measuring leaf area and defoliation through digital image analysis. *Journal of Economic Entomology*, v.95, p.1190-1194.
- NETO, S. A. G.; SAKAMOTO, S. M.; SOTO-BLANCO, B. 2013. Inquérito epidemiológico sobre plantas tóxicas das mesoregiões Central e Oeste do Rio Grande do Norte. *Ciência Rural*, v.43, p.1281-1287.
- RASBAND, W. S., 2014. ImageJ. U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; SOUTO, A.; RODAL, M. J. N.; CASTRO, A. A. J. F.; HAZIN, C. 1994. Caatingas e Cerrados do NE-biodiversidade e ação antrópica, Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, Fortaleza, pp.1-15.
- SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. 2004. Taninos, Farmacognosia: da Planta ao Medicamento.

pp.615-656. Editora da UFRGS/UFSC, Porto Alegre/Florianópolis.

SANTOS, A. P. B.; NASCIMENTO, M. D. F. D. S.; SANTO, F. D. S. E. 2009. Guia de Campo de Árvores da Caatinga. Editora e gráfica Franciscana Ltda., Petrolina.

SILVA, M. C.; FRIZZO, S. M. 1985. Determinação de taninos na casca de *Acacia mearnsii* De Wild., em diferentes alturas do tronco. Ciência e Natura, n.7, p.57-61.

SILVA, D. M. D.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R. M. T.; OLIVEIRA, O. F. 2006. Plantas tóxicas para ruminantes e equídeos no Seridó Ocidental e Oriental do Rio Grande do Norte, Pesquisa Veterinária Brasileira, v.26, p.223-236.

SILVA, J. O.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; MELO, G. A. 2012. Herbivory on *Handroanthus ochraceus* (Bignoniaceae) along a successional gradient in a tropical dry forest, Arthropod-Plant Interactions, v.6, p.45-57.

SOUZA LIMA, M. C. J.; SOTO-BLANCO B. 2010. Poisoning in goats by *Aspidosperma pyrifolium* Mart.: Biological and cytotoxic effects. Toxicon, v.55, p.320-324.

STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BAZZAZ, F. 1996. Photosynthetic characteristics of tropical trees along successional gradients, Tropical forest plant ecophysiology. Chapman e Hall, New York, pp.162-186.

TEIXEIRA, M. L.; SOARES, A. R.; SCOLFORO, J. R. S. 1990. Variação do teor de tanino da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em 10 locais de Minas Gerais. Ciência Prática, v.14, p.229-232.

THOMAS, R. L.; SHEARD, R. W.; MOYER, J. R. 1967. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. Agronomy Journal, v.59, p.240-247.

TIGRE, C. B. 1968. Silvicultura para as matas xerófilas. DNOCS, Fortaleza.

STATSOFT. Available: <http://www.statsolutions.com>. Access: April 12, 2014.

ZHU, H.; WANG, L.; BAI, Y.; FANG, J.; LIU, J. 2012. The effects of large herbivore grazing on meadow steppe plant and insect diversity. Journal of Applied Ecology, v.49, p.1075-1083.