



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**VARIAÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE NUTRICIONAL EM DUAS
ESPÉCIES DE *BYRSONIMA* (MALPIGHACEAE) E SUA INFLUÊNCIA
NA COMUNIDADE DE LAGARTAS**

**AUTOR: TÁCITO BARBOSA TRINDADE
ORIENTADORA: PROF.^a DR.^a FLÁVIA NOGUEIRA DE SÁ**

Planaltina - DF

Novembro 2016



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**VARIAÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE NUTRICIONAL EM DUAS
ESPÉCIES DE *BYRSONIMA* (MALPIGHACEAE) E SUA INFLUÊNCIA
NA COMUNIDADE DE LAGARTAS**

**AUTOR: TÁCITO BARBOSA TRINDADE
ORIENTADORA: PROF.^a DR.^a FLÁVIA NOGUEIRA DE SÁ**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca
examinadora como exigência parcial para a obtenção de
título de Licenciado do Curso de Licenciatura em
Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a
orientação da Prof. (a). Flávia Nogueira de Sá.**

Planaltina - DF

Novembro 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por ser sempre esse pilar que me sustenta em momentos difíceis. Principalmente a minha mãe Josefa Barbosa e a Aurenita Aragão que foram as que mais me incentivaram à graduação.

Agradeço à minha orientadora que sempre foi muito boa, abrindo várias portas dentro da universidade, me incentivando e sempre me aconselhando em todos os momentos da graduação.

Agradeço aos professores Ivone Rezende Diniz e Fabian Borghetti que também foram meus orientadores durante a graduação, sempre me ensinando a melhorar. À professora Sarah Christina por ter disponibilizado os laboratórios para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus amigos que fiz na universidade, principalmente Fernando Martins, Lara Sady, Lídia Sarmanho, Patricia Alcântara, Gaby Oliveira, Edna Guiomar. Aos amigos que conheci ao longo dos três laboratórios que trabalhei Graziela Petry, Anabele Gomes, Bruno Santos Rabelo, Fernanda Jurka, Luísa Malafaia, Desirée Marques, Thayane Pereira, Hanna Pâmella, Cintia Lepsqueur, Neuza Silva, Raiane Serejo, Priscila Colombo Luz, Natalia Gomes.

Aos meus amigos que são essências em todas as etapas da minha vida Josiheliton Tavares, Marcos Vinicius Rezende, Vitoria Aimée, Nayane de Souza Gurgel e ao Filipe Sal por sempre me incentivar ao melhor.

Obrigado pelos conselhos.

SUMÁRIO

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS.....	7
3. METODOLOGIA	8
3.1. Área de estudo	8
3.2. Espécies estudadas.....	8
3.3. Coleta de lagartas	9
3.4. Coleta de folhas.....	9
3.5. Determinação do teor de nitrogênio e proteínas.....	10
3.6. Análise de compostos secundários das folhas	10
3.7. Análise de dados	11
4. RESULTADOS & DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÃO	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

VARIAÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE NUTRICIONAL EM DUAS ESPÉCIES DE *BYRSONIMA* (MALPIGHIACEAE) E SUA INFLUÊNCIA NA COMUNIDADE DE LAGARTAS

Tácito Barbosa Trindade¹

Flavia Nogueira de Sá²

RESUMO

Vários fatores podem influenciar as interações inseto-planta como, defesas químicas e físicas das plantas. Insetos podem passar um longo tempo fazendo o uso das plantas como alimento e abrigo, para as plantas, perder tecido vegetal gera sérias consequências no desenvolvimento. Em resposta, esses organismos desenvolveram várias estratégias defensivas contra herbivoria, como o uso de substâncias tóxicas. Esse trabalho tem por objetivo verificar se há alguma variação no uso de defesas químicas em folhas de *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla* ao longo dos quatro momentos importantes do clima no cerrado, avaliando a qualidade nutricional (presença de metabólitos secundários, concentração de nitrogênio e proteína foliar), e se essa qualidade nutricional é determinante na utilização de lagartas de lepidópteros. Em relação à dinâmica da concentração de nitrogênio e proteína, as duas espécies se comportaram igualmente, porém *B. pachyphylla* apresentou significativamente uma menor quantidade de ambos os nutrientes. Para *B. coccolobifolia* os metabólitos secundários foram determinantes no aparecimento de lagartas, diferentemente de *B. pachyphylla*, o que sugere que defesas físicas podem ser mais importantes contra herbivoria.

Palavras-chave: metabólitos secundários, herbivoria, nitrogênio foliar, proteína foliar.

1. INTRODUÇÃO

A interação planta-herbívoro é responsável pela maior parte da diversidade terrestre (Farrel et al., 1992). Entender as interações inseto-planta é importante, já que representam a maioria dos taxa de organismos vivos, em riqueza de espécies e quantidade de biomassa (Schoonhoven et al., 2005). As plantas são o grupo com maior volume de matéria viva, enquanto que os insetos ganham em número de espécies (Schoonhoven et al., 2005). Na cadeia trófica, os herbívoros transformam alimento pobre em proteínas e de baixa digestibilidade em concentrados de proteínas (Diniz & Morais, 2005). Os insetos herbívoros são uma das

principais fontes de alimentos para outros animais, na evolução terrestre (Farrel et al., 1992). As plantas são o grupo com maior volume de matéria viva, enquanto que os insetos ganham em número de espécies (Schoonhoven et al., 2005).

Alguns herbívoros consomem apenas uma espécie de planta ou um conjunto específico de plantas relacionadas, enquanto outros consomem uma gama de variedades de espécies de plantas (Bowers & Puttick, 1988; Singer et al., 2004), o que os divide em especialistas (monófagos), oligófagos e generalistas (polífagos). Insetos generalistas geralmente têm adaptações fisiológicas que permitem o consumo de plantas com uma grande variedade de metabólitos secundários (Lill & Marquis, 2001). No entanto, a maioria dos insetos herbívoros possuem preferência em usar um conjunto restrito de plantas, geralmente próximas filogeneticamente, mesmo nos períodos mais abundantes de recursos (Diniz et al., 2000).

Preferências alimentares de insetos herbívoros podem variar ao longo do espaço e do tempo, tornando-se padrões de utilização de recursos (Fox & Morrow, 1981; Futuyma & Moreno, 1988; Forister et al., 2012). Essa preferência é geralmente devido a alguns fatores como abundância relativa e qualidade nutricional das plantas (Dyer et al., 2004; Boege & Marquis, 2005). Dentro da qualidade nutricional, a presença de compostos tóxicos, do metabolismo secundário de plantas é o fator que limita a utilização de plantas pelos insetos (Agrawal & Weber, 2015). O metabolismo secundário produz grande variedade de compostos orgânicos que não possui função direta no crescimento e desenvolvimento da planta (Taiz & Zeiger, 2015). São divididos em três grupos quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (Taiz & Zeiger, 2015).

As defesas das plantas são componentes importantes para entender a relação planta-inseto nas escalas de tempo ecológico e evolutivo e influenciam diretamente as dinâmicas e a distribuição de plantas e insetos (Coley et al., 1991). Ainda, é importante entender a comunidade de herbívoros, já que, espécies especialistas e generalistas podem sofrer efeitos diferentes (Ali & Agrawal, 2012).

A toxicidade dos metabólitos secundários é muito ampla. Quando afetam os insetos causam alguns sintomas como, ruptura de membrana, paralisia e inibição do metabolismo (Harbourne, 1988; Bennet & Wallsgrove, 1994). A hipótese de síndrome de defesa triangular inclui as categorias de defesa mais importantes contra herbívoros como: baixa qualidade nutricional, defesa e tolerância/escape (Agrawal & Fishbein, 2006).

Metabólitos secundários podem apresentar variação ao longo do ano (Gobbo-Neto, 2007). Há exemplos de variação sazonal em praticamente todas as classes de compostos, como cumarinas (Wilt, 1992), saponinas (Ndamba, 1994; Kim, 1981), alcaloides (Elgorashi, 2002; Roca-Pérez, 2004; Robinson, 1974), tanino (Salminen, 2001; Feeny, 1968), óleos essenciais (Pitarevic, 1984; Schwob, 2004), ácidos fenólicos (Zidorn, 2001; Grace, 1998). Fatores como o estresse hídrico e temperatura (Evans, 1996; Gray et al., 2003) como também a radiação ultravioleta (Waterman, 1994) são responsáveis por tais variações. Além dos metabólitos secundários, outras características das plantas são importante como, quantidade de nutrientes (Carmona et., 2011; Pearse, 2011).

As dinâmicas de populações animais são globalmente multiespecíficas e complexas, podendo apresentar diferentes perspectivas (Del-Claro & Torezan-Silingardi, 2012). Fatores como sazonalidade do regime de chuva (consequentemente a disponibilidade de água no ambiente) (Diniz & Morais, 1997), diferença de temperaturas, abundância de inimigos naturais (Dyer et al., 2007; Christensen et al., 2014), além da variação da presença de compostos defensivos influenciam dinâmicas de insetos.

Os lepidópteros são importantes tanto nos ecossistemas naturais quanto nos agrossistemas, porque suas larvas alimentam-se de várias partes das plantas e muitas são consideradas pragas, causando injúria em culturas como também podem produzir materiais de alto valor econômico como a seda, por exemplo. Os adultos também são importantes polinizadoras (Gilbert, 1984) e funcionam bem como bioindicadores. Lagartas de Lepidoptera geralmente agem como parasitas das plantas, alimentando de tecidos vegetais, podendo ser endógenos ou exógenos. A maioria nunca deixa a planta até atingir a fase adulta (Thompson, 1994), que serve como alimentação, proteção contra os inimigos naturais e o clima e, ainda, como local de reprodução (Strong et al., 1984).

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do presente trabalho foi verificar se existe variação ao longo do ano nas estratégias de defesa das folhas de duas espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae) e, se houver, se esta diferença influencia a comunidade de lagartas associadas à estas plantas. Especificamente, pretende-se avaliar:

- 1- Se existe diferença na comunidade de lagartas entre as duas espécies de plantas

hospedeiras.

- 2- A qualidade nutricional das plantas em função das quantidades de nitrogênio e proteína em folhas nas duas espécies de plantas no período de um ano.
- 3- A utilização de estratégias de defesa química (presença de metabólitos secundários) nas duas espécies de plantas ao período de um ano.
- 4- Se a comunidade de lagartas varia em função do tempo e se utiliza diferentes estratégias para driblar as defesas das plantas.

Seguindo a hipótese de Agrawal & Fishbein (2006), espera-se que se houver uma estação/planta que apresentar menor qualidade nutricional (menor quantidade de nitrogênio e proteína; maior número de metabólitos secundários), esta deverá apresentar menor abundância/riqueza de lepidópteros.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL), localizada entre as coordenadas 15°56' a 15°59' S e 47°55' a 47°58' W no Distrito Federal, distando 20 km ao sul da cidade de Brasília (Libano & Felfili, 2006).

A FAL é constituída de boa parte pelo cerrado *sensu stricto*, vegetação savânica composta por um estrato arbóreo-arbustivo e outro herbáceo-graminoso (Eiten, 1994). O trabalho foi realizado nesses dois tipos vegetacionais.

O clima na FAL, assim como em todo o cerrado é caracterizado por duas estações bem definidas: a chuvosa quente e chuvosa, que ocorre de outubro a abril, e a seca fria e seca, de maio a setembro (Nimer, 1989). A renovação das folhas acontece na estação seca ou na transição entre as estações seca e chuvosa (Oliveira & Gibbs, 2000; Batalha & Mantovani, 2000).

3.2. Espécies estudadas

Selecionamos o gênero *Byrsonima* (Malpighiaceae), por já haver evidência de abrigar uma rica comunidade de lagartas (Ivone R. Diniz, comunicação pessoal) e porque Guilhon-Simplicio & Pereira (2011) isolaram e identificaram diferentes classes de compostos secundários (fenóis, flavonoides, triterpenos) em espécies desse gênero.

A família Malpighiaceae conta com aproximadamente 60 gêneros e 1.200 espécies, sendo que 50% destas espécies são encontradas no Brasil (Almeida et al., 1998). As *Byrsonima* são popularmente conhecidas como murici e murici-vermelho, tem grande potencial de desenvolvimento, flores vistosas, frutos doces e suculentos e, ainda, grande potencial para ornamentação e para recuperação de áreas degradadas. (Higuchi, 2007). São espécies vegetais com características típicas das plantas do cerrado, geralmente arbóreas, com galhos retorcidos e porte médio (Gomes, 2007).

3.3. Coleta de lagartas

As duas espécies de *Byrsonima* foram vistoriadas à procura de lagartas em parcelas temporárias, de 10m. de diâmetro, localizadas a uma distância mínima de 10m das trilhas e estradas. Lagartas encontradas foram coletadas e transportadas para o laboratório em sacos plásticos rotulados (número da parcela, data, espécie e número da planta hospedeira), onde foram criadas até a fase adulta para ser feita a identificação. Após a identificação as borboletas ou mariposas foram depositadas na Coleção Entomológica do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília. Foram usados também os dados das lagartas referentes às coletas realizadas entre 2011 a 2015

3.4. Coleta de folhas

Folhas maduras de *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla* foram coletadas de diferentes indivíduos nos meses de março, julho, setembro, dezembro (2015), representando quatro situações climáticas do Cerrado (tabela 1).

Tabela 1. Meses considerado em cada estação climática do Cerrado no DF (*mês da coleta).

Chuva	Transição chuva/seca	Seca	Transição seca/chuva
Janeiro	Abril	Julho	Outubro
Fevereiro	Maior	Agosto	Novembro
Março*	Junho*	Setembro*	Dezembro*

As folhas coletadas em campo foram secas em estufa por 72 horas à temperatura de 60°C e trituradas em moinho de faca. O material triturado foi acondicionado em tubos plásticos com tampa de rosca para posterior extração.

3.5. Determinação do teor de nitrogênio e proteínas

As análises de nitrogênio e proteínas total foram efetuadas pelo método de combustão total a 950°C de amostras secas em um analisador elementar modelo *Truspec* CHN628, que detecta carbono e nitrogênio sob a forma de CO₂ e N₂, por meio de células de infravermelho e de condutividade térmica. Foram utilizadas quintuplicatas de 0,1g de material vegetal moído em moinho de faca e posteriormente em moinho de bola a nível de pó. O material foi deixado por 12 horas antes em estufa a 60°C antes da análise. Para a calibração do equipamento, no dia da análise, foi construída curva-padrão com uso do Padrão Leco 502-055 de folhas de orquídeas.

3.6. Análise de compostos secundários das folhas

Para determinação de compostos secundários em folhas das espécies, foram realizadas três extrações sequenciais. As extrações partiram de um solvente mais apolar para um mais polar, seguindo a ordem: Hexano, Acetato de Etila e Etanol. Para as extrações utilizou-se a proporção de 1:10 (g:ml) de material foliar e solvente, respectivamente. A extração ocorreu submetendo o material com cada solvente a ultrassom por 25 minutos por duas vezes. Após a sonicação, o extrato foi filtrado a vácuo em papel filtro e seu volume reduzido em *Speedvac* (centrifugação à vácuo) para posterior determinação do rendimento obtido na extração por cada solvente.

Para a detecção de compostos secundários foi utilizado o método de cromatografia de camada delgada (CCD, de sílica) associado ao uso de *oleum* (solução de 10 mL de ácido sulfúrico e 200 mL de ácido acético dissolvidos em 40 mL de água).

As substâncias reveladas foram comparadas através do cálculo do índice de retenção (Rf), definido como a razão entre a distância percorrida pela substância química e a distância percorrida pela fase móvel.

3.7. Análise de dados

Para a estimativa de riqueza de lagartas efetuou-se rarefação Mao Tau (Gotelli & Colwell, 2001) que elimina a necessidade de réplica, permitindo a comparação direta de riqueza entre amostras (Colwell et al., 2004). Para a comparação da comunidade de lagartas nas quatro estações e nas duas espécies de plantas, foi efetuada a análise de similaridade da composição da comunidade, segundo o coeficiente quantitativo de Bray-Curtis (Hammer et al., 2003). Para a comparação de metabólitos secundários usamos o coeficiente qualitativo de similaridade de Jaccard (Krebs, 1989), usando como identificação dos compostos, os Rfs dos metabólitos secundários revelados nas quatro estações e nas duas espécies de plantas. Para a comparação das concentrações de nitrogênio e proteína foi efetuada uma ANOVA de dois fatores, considerando como fatores o mês da coleta e a espécie de planta. Para analisar a relação da comunidade de lagarta com os metabólitos secundários foi efetuado o teste de Mantel. Para a comunidade de lagartas produzimos uma matriz usando a abundância de lagartas em cada uma das espécies de planta hospedeira, no conjunto de três meses considerados em cada evento de coleta. Para metabólitos secundários produzimos uma matriz considerando a presença dos metabólitos (identificados em Rfs) nos quatro meses coletados para cada espécie de planta. Todas as análises foram feitas no programa *Past* versão 3.14 (Hammer et al. 2001).

4. RESULTADOS & DISCUSSÃO

Vistoriamos um total de 629 plantas de *B. coccolobifolia* e 499 de *B. pachyphylla* (n=1.128), onde foram encontradas 97 lagartas de 27 espécies em *B. coccolobifolia* e 30 de 11 espécies em *B. pachyphylla* (n=127).

Encontramos a maior abundância e riqueza rarefeita de lagartas em *B. coccolobifolia* no mês de junho (transição chuva/seca) e a menor em dezembro (transição seca/chuva) (figura 1, tabela 2). Assim como em *B. coccolobifolia*, a maior abundância e riqueza rarefeita de lagartas em *B. pachyphylla* encontra-se no mês de junho (chuva/seca). Porém, a menor foi em março, na estação chuvosa (figura 2, tabela 2).

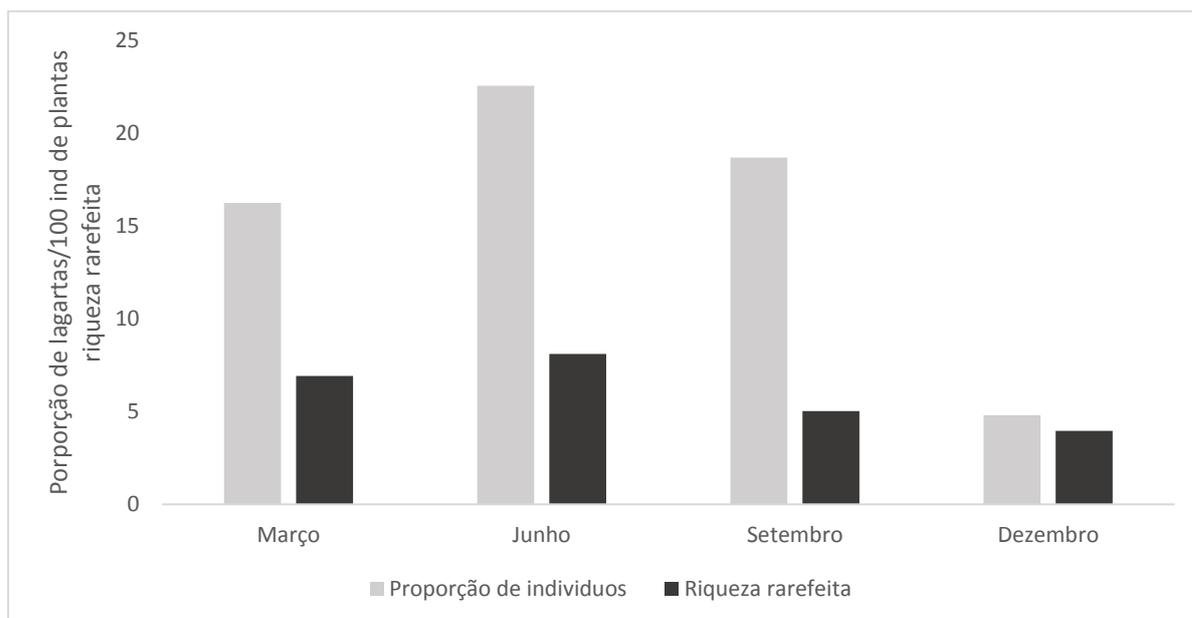


Figura 1. Proporção e riqueza rarefeita (Mao Tau) de lagartas encontradas em *B. coccolobifolia* em uma área de cerrado do Distrito Federal.

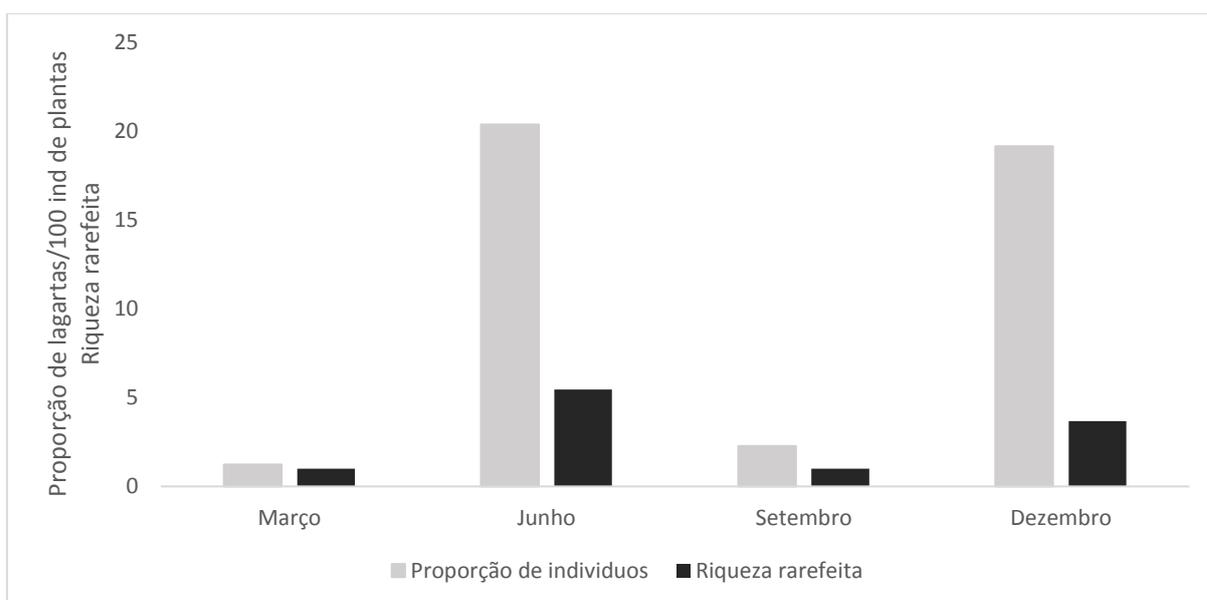


Figura 2. Proporção e riqueza rarefeita (Mao Tau) de lagartas encontradas em *B. pachyphylla* em uma área de cerrado do Distrito Federal.

Uma grande abundância de lagartas no mês de junho também foi encontrada por Morais et al. (1999), que também mostraram que permanecem em número reduzido até outubro. Silva et al. (2011) mostraram que a abundância de insetos adultos é maior em setembro, sugerindo que as lagartas seriam abundantes nos meses anteriores (por exemplo, julho). Ainda

assim, Oliveira & Frizzas (2008) mesmo encontrando picos populacionais de insetos, mostraram que há uma distribuição dispersa ao longo do ano.

Tabela 2. Espécies de lepidópteros, planta hospedeira e estação de ocorrência no cerrado *sensu stricto*, entre março de 2010 a dezembro de 2016 (S= seca, TS= Transição seca/chuva, C= chuva, TC= Transição chuva/seca).

Espécie/família	Planta hospedeira e estação	
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Byrsonima pachyphylla</i>
Arctiidae		
<i>Paracles sp.1</i>	TS	TC
<i>Caviria sp. 1</i>	S, TS, TC	
Dalceridae		
<i>Dalcerina tijucana</i>	S, TC	
Elachistidae		
<i>Gonioterma exquisita</i>	S	
<i>Gonioterma indecora</i>	TC	
<i>Antaeotricha sp.1</i>		TC
Gelechiidae		
<i>Anacampsis sp.</i>		TC
<i>Compsolechia sp. 1</i>	TC	
<i>Compsolechia sp. 2</i>	S	
<i>Gelechiidae sp.1</i>		TC
<i>Gelechiidae sp.2</i>		TC
Geometridae		
<i>Geometridae sp.1</i>	TS	
<i>Geometridae sp.2</i>	TC	C, TC, TS
<i>Geometridae sp.3</i>	C	TC, S
<i>Geometridae sp.4</i>	TC	
Hesperiidae		
<i>Elbella luteizona</i>	TS	TS
<i>Hesperiidae sp.1</i>	C	
Megalopyidae		
<i>Megalopyge braulio</i>	TC	
<i>Podalia annulipes</i>	TS	
Noctuidae		
<i>Concana mundissima</i>	S	
Notodontidae		
<i>Bardaxima donatian</i>		TS
Oecophoridae		

<i>Inga haemataula</i>	C, TC	TC
<i>Inga phaeocrassa</i>	C, TC	
<i>Cerconota achatina</i>	TS	
<i>Stenoma salome</i>	S	
<i>Stenoma sp.1</i>	TC	
Psychidae		
<i>Oiketicus kirby</i>	C	
Pyralidae		
<i>Phycitinae sp.1</i>	C	
Saturniidae		
<i>Automeris illustris</i>	TC	
<i>Hylesia schussleri</i>	TS	
Não identificados		
<i>sp1</i>	TC	
<i>sp2</i>	TC	
<i>sp3</i>	C	

Encontramos uma similaridade baixa entre as comunidades de lagartas nas duas espécies de *Byrsonima* (figura 3). Mesmo sendo do mesmo gênero, *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla* não suportam a mesma comunidade de lagartas, contrariando o que era esperado. Possivelmente, a presença de tricomas foliares em *B. pachyphylla* representa uma importante barreira contra o ataque de herbívoros (Schoonhoven et al., 2005), enquanto *B. coccolobifolia* é glabra. Todas as espécies de lagartas encontradas em *B. pachyphylla* foram generalistas e já foram encontradas em outras espécies de plantas (Diniz, 2013). Lagartas generalistas e especialistas se comportam diferentemente: foi observado experimentalmente que lagartas generalistas gastam mais tempo caminhando, provando e rejeitando potenciais fontes de alimento comparadas as especialistas (Bernays et al., 2004 a,b). Por este motivo, os resultados relacionados à composição das comunidades serão apresentados separadamente por espécie de planta.

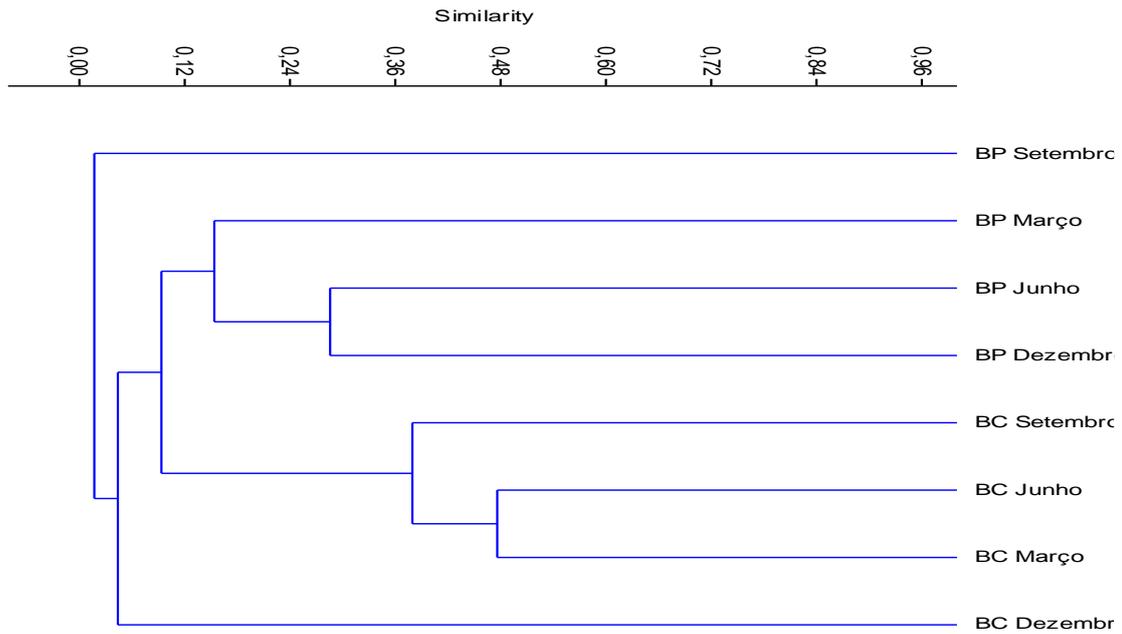


Figura 3. Similaridade (Bray-Curtis) de *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla*, entre 2011 a 2015. (BP = *B. pachyphylla*, BC = *B. coccolobifolia*).

A similaridade da comunidade de lagartas de *B. coccolobifolia* foi maior no mês de março (chuva) e junho (transição chuva/seca). A composição de espécies encontrada em dezembro (transição seca/chuva) é muito diferente daquela dos demais meses (Figura 4). Fenny (1970) mostrou que a produção de folhas ocorre na transição seca/chuva e pode ser o fator determinante na composição de lagartas e que fatores como dureza e maior conteúdo de nutrientes são papéis importantes na sazonalidade de insetos herbívoros.

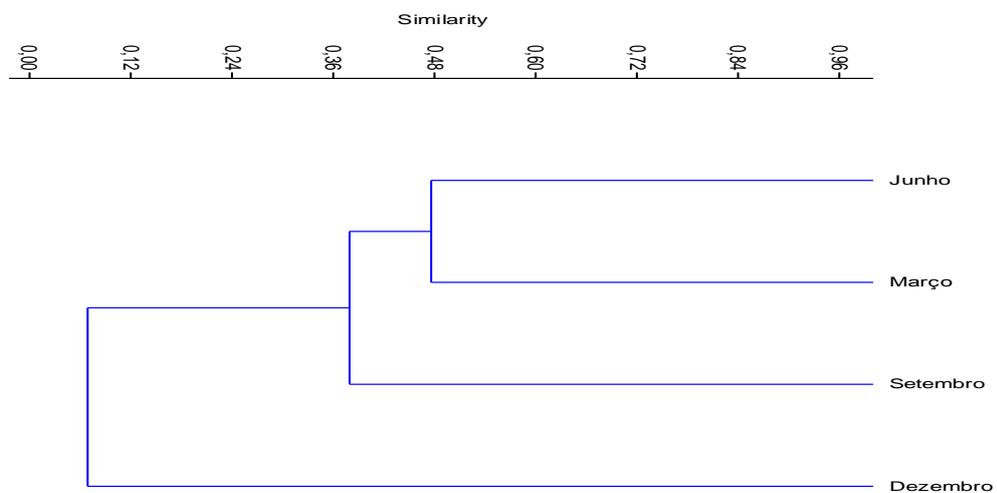


Figura 4. Similaridade da comunidade de lagartas em *B. coccolobifolia* (Bray-Curtis) de 2011 a 2015.

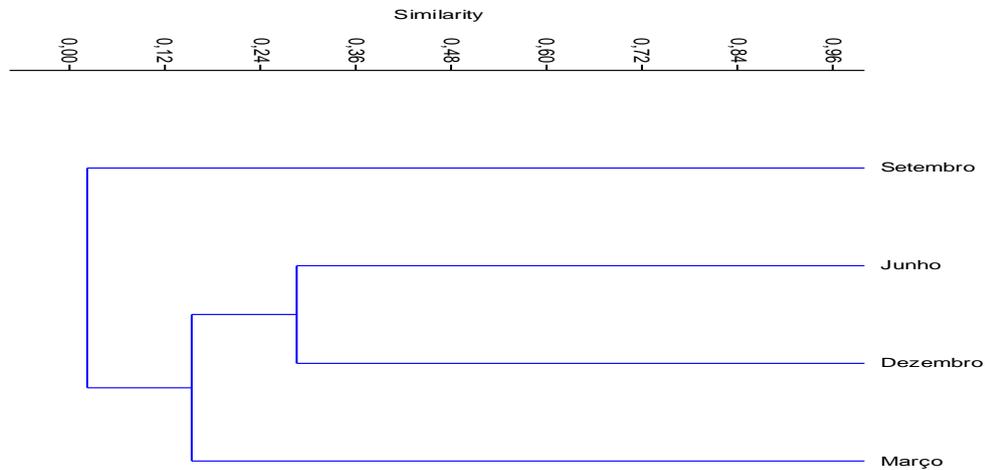


Figura 5. Similaridade da comunidade de lagartas em *B. pachyphylla* (Bray-Curtis) de 2011 a 2015.

A similaridade da comunidade de lagarta de *B. pachyphylla* é maior nas transições entre as estações, junho (transição chuva/seca) e dezembro (transição seca/chuva). A comunidade registrada no mês de setembro (seca) foi diferente daquelas registradas nos outros períodos (figura 5), porque apresenta apenas uma espécie em comum com o período anterior. A idade avançada das folhas em setembro poderia explicar a baixa riqueza comparada aos demais meses. Nos trópicos, as folhas tendem ser mais duras quando velhas, dificultando a digestão dos insetos herbívoros (Coley & Barone, 1996). Ainda, na estação seca do Cerrado, quando os recursos são mais escassos, as lagartas podem mudar sua amplitude de dieta, selecionando recursos menos preferidos (Scherrer et al., 2016).

As concentrações de nitrogênio e proteína de *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla* variaram significativamente a cada mês representativo da estação, sendo maior em dezembro (transição seca/chuva) e menor em setembro (seca) (figura 6), porém as concentrações de ambos os nutrientes são significativamente menores em *B. pachyphylla* (tabela 3).

Tabela 3. Resultados da ANOVA de dois fatores para comparar as concentrações de Nitrogênio e proteína em folhas de *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla* no período de um ano.

Nutriente	Fator	F	GL	p
-----------	-------	---	----	---

Nitrogênio	Meses	913,7	3	p < 0,001
	Espécies	2535	1	p < 0,001
	Interação	90,22	3	p < 0,001
Proteína	Meses	915,7	3	p < 0,001
	Espécies	2544	1	p < 0,001
	Interação	93,52	3	p < 0,001

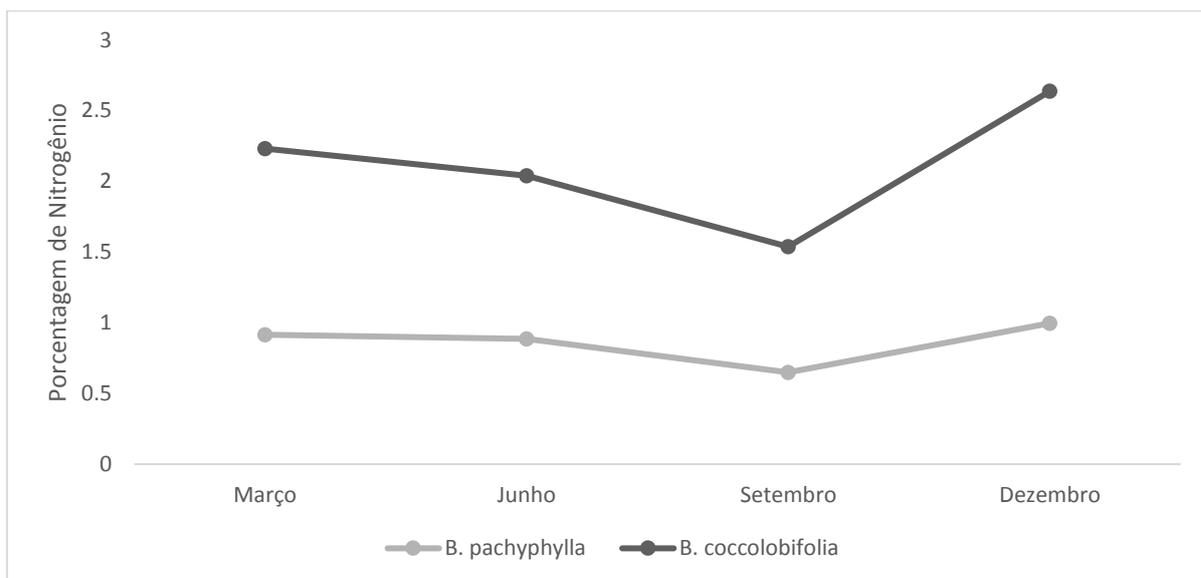


Figura 5. Porcentagem de nitrogênio foliar em *B.pachyphylla* e *B. coccolobifolia* no período de um ano.

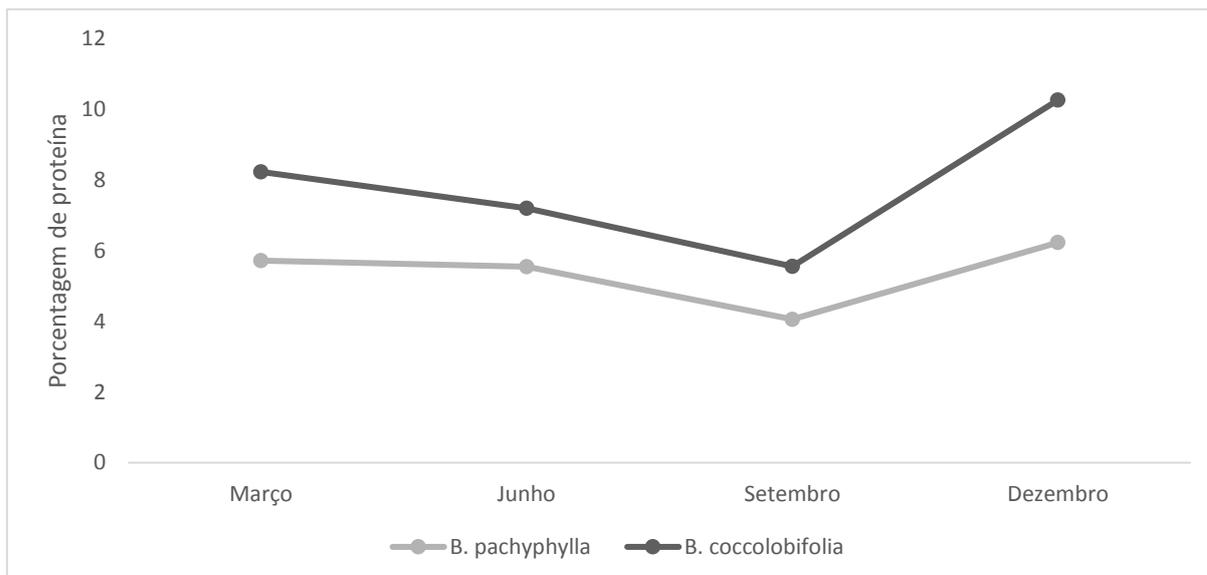


Figura 6. Porcentagem de proteína foliar em *B. pachyphylla* e *B. coccolobifolia* no período de um ano.

As duas espécies de *Byrsonima* seguiram os padrões já amostrados, em que as concentrações de nitrogênio e proteína foliar variam em função da fenologia, sugerindo que folhas novas são mais nutritivas e ao longo da sua vida há uma diminuição até a senescência (Carvalho et al., 2007). *B. coccolobifolia* e *B. pachyphylla* produzem novas folhas a partir de setembro, portanto dezembro é o primeiro mês em que as novas folhas foram analisadas. Herbívoros têm preferências alimentares por plantas com alto conteúdo de nutrientes e baixo conteúdo de carbono (Strauss & Agrawal, 1999), explicando a maior quantidade de espécies e indivíduos em *B. pachyphylla*. O mesmo padrão não foi encontrado para *B. coccolobifolia*; outros fatores podem influenciar a abundância de lagartas.

A similaridade dos metabólitos secundários encontrados em *B. coccolobifolia* é maior nos meses de março (chuva) e junho (transição chuva/seca) e mais dissimilar no mês de dezembro (transição seca/chuva) (Figura 10).

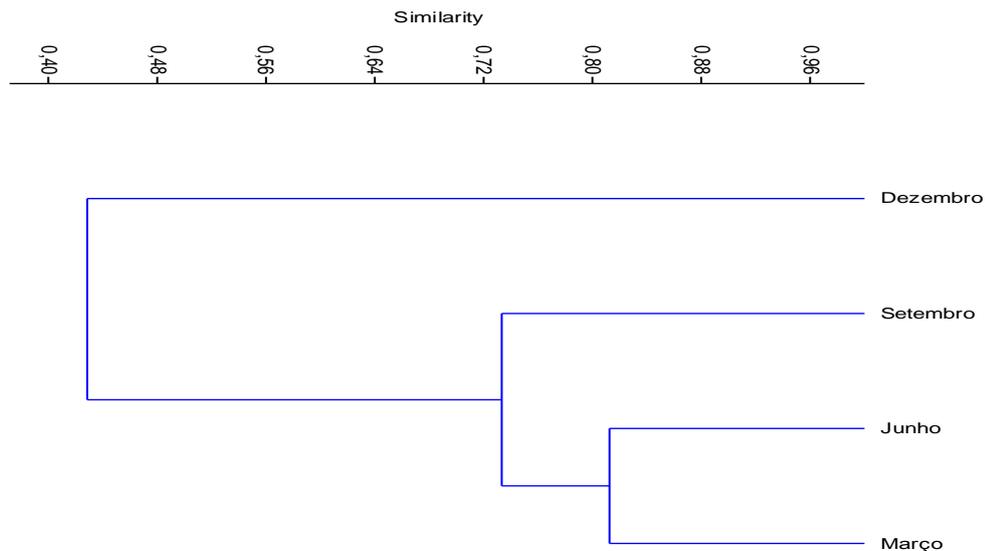


Figura 10. Similaridade (*Jaccard*) de metabólitos secundários nos três extratos de *B. coccolobifolia* no período de um ano.

A similaridade de metabólitos secundários encontrados em *B. pachyphylla* é maior nos meses de setembro (seca) e dezembro (transição seca/chuva) e é mais dissimilar no mês de março (chuva) (Figura 11).

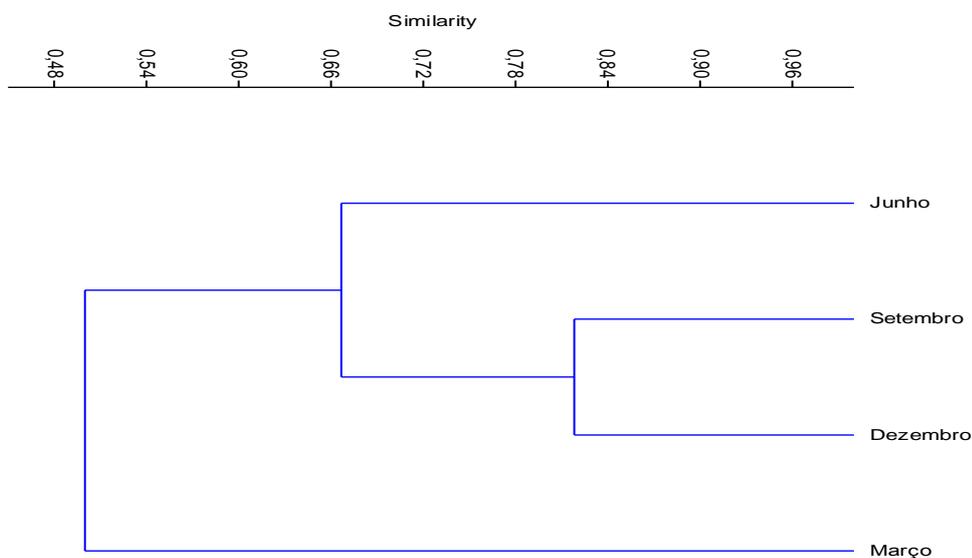


Figura 11. Similaridade (*Jaccard*) de metabólitos secundários nos três extratos de *B. pachyphylla* período de um ano.

Assim como Gobbo-Neto (2007) relatou, houve uma variação sazonal no conteúdo dos metabólitos secundários, mas, as duas espécies estudadas apresentaram maior similaridade em momentos diferentes, o que mostra que espécies do mesmo gênero possuem padrões

diferentes, sugerindo que as pressões para a produção de tais metabólitos sejam diferentes. O padrão encontrado para a similaridade de metabólitos secundários é o mesmo para a composição de lagartas em *B. coccolobifolia*, (Teste Mantel N: 9999; R: 0,9494), isto indica que metabólitos secundários podem determinar a comunidade de lagartas que fazem o uso da planta hospedeira, essa toxicidade das plantas já foi mostrada por (Miranda et al., 2002; Kodevan e. al., 2012; Abdelgaleil et al., 2008). A ausência de relação entre as comunidades de lagartas e a presença de compostos químicos, demonstram que outros fatores, como por exemplo, os mecanismos de defesas físicas tais como a presença de tricomas em *B. pachyphylla* podem ter afetado os resultados. Além disso, as funções dos metabólitos secundários e dos componentes celulares dependem das proteínas (Harbone, 1993), os resultados mostraram que estes componentes foram diferentes para as duas espécies de plantas, o que explica a comunidade diferente de lagartas encontrada em *B. pachyphylla* e *B. coccolobifolia*.

5. CONCLUSÃO

Apesar das duas espécies de *Byrsonima* serem do mesmo gênero e ocorrerem o mesmo ambiente, *cerrado sensu stricto*, suas interações com as lagartas são diferentes. A fenologia foliar influenciou tanto os nutrientes quanto os metabólitos secundários. Houve uma alta correlação positiva dos metabólitos com a comunidade de lagartas em *B. coccolobifolia* enquanto ela foi indiferente em *B. pachyphylla*, sugerindo que outros fatores, como por exemplo as defesas físicas, também são responsáveis pela estruturação desta comunidade de insetos nas plantas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELGALEIL, S. A.M. et al. 2008. Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L. **Bioresource Technology**, 99(13): 5947-5950.
- AGRAWAL, A. A., & WEBER, M. G. 2015. On the study of plant defence and herbivory using comparative approaches: how important are secondary plant compounds. **Ecology Letters**, 18(10): 985-991.

- ALI, J. G.; AGRAWAL, A. A. 2012. Specialist versus generalist insect herbivores and plant defense. **Trends in Plant Science**, 17(5):293-302.
- ALMEIDA, SP de et al. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, v. 464. Parece incompleta.
- BATALHA, M. A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody flora. **Revista Brasileira de Biologia**, 60 (1): 129-145.
- BENNETT R. N. & WALLSGROVE R. M. 1994. Secondary Metabolites in Plant Defense-Mechanisms. **New Phytologist** 127: 617–633.
- BERNAYS, E. A.; SINGER, M. S. & RODRIGUES, D. 2004b. Foraging in nature: foraging efficiency and attentiveness in caterpillars with different diet breadths. **Ecological Entomology**, 29(4): 389-397.
- BERNAYS, E. A.; SINGER, M. S.; RODRIGUES, D. 2004a. Trenching behavior by caterpillars of the Euphorbia specialist, *Pygarctia roseicapitis*: a field study. **Journal of Insect Behavior**, v. 17, n. 1, p. 41-52.
- BOEGE, K.; MARQUIS, R. J. 2005. Facing herbivory as you grow up: the ontogeny of resistance in plants. **Trends in Ecology & Evolution**, 20(8): 441-448.
- CARMONA, D; LAJEUNESSE, M.J. & JOHNSON, M.T.J. 2011. Plant traits that predict resistance to herbivores. **Funct. Ecol.**, 25, 358–367.
- CARVALHO, Ana Paula Ferreira et al. 2007. Variações sazonais nas concentrações de pigmentos e nutrientes em folhas de espécies de cerrado com diferentes estratégias fenológicas. **Revista Brasileira de Botânica**, 30(1): 19-27.

- CHRISTENSEN, Stina et al. Different geographical distributions of two chemotypes of *Barbarea vulgaris* that differ in resistance to insects and a pathogen. **Journal of Chemical Ecology**, 40(5):491-501.
- COLEY, P. D. 1996. Effects of plant growth rate and leaf lifetime on a amount and type of antiherbivore defense. **Oecologia**, 74: 531-536.
- COLEY, P. D. & AIDE, T. M. 1991. Comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. In: **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**, p. 25-49. Ed Wiley, New York.
- COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, 85(10): 2717-2727.
- DE OLIVEIRA, C. M.& FRIZZAS, M. R. 2008. **Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância**. Embrapa Cerrados.
- DEL-CLARO, K.& TOREZAN-SILINGARDI, H. M.. 2012. **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Technical Books Editora.
- DINIZ, I. R. et al. 2000. The polyphagous caterpillar *Fregela semiluna* (Lepidoptera: Arctiidae): occurrence on plants in the central Brazilian cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, 5: 103-112.
- DINIZ, Ivone R. et al. **Lagartas do Cerrado: guia de campo**. 2013.
- DINIZ, I. R. & MORAIS, H. C. 2005. Abundância e amplitude de dieta de lagartas (Lepidoptera) no cerrado de Brasília (DF). In: Aldicir O. Scariot; José Carlos Sousa Silva; Jeanine Maria Felfili. (Org.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, v. único, p. 307-318.

- DYER, L. A; SINGER, M. S; LILL, J. T; STIREMAN, J. O; GENTRY, G. L; MARQUIS, R. J; RICKLEFS, H. F; GREENEY, H. L; WAGNER, D. L; MORAIS, H. C; DINIZ, I. R; KURSAR, T. A & COLEY, P. D. 2007. Host specificity of Lepidoptera in tropical and temperate forests. **Nature**, 448(7154): 696-699.
- EITEN, G.1972. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, 38(2):201-341.
- EVANS, W. C. 1996. Trease and Evans' Pharmacognosy, 14. **WB Saunders Co. Ltd**, London.
- FARRELL, B. D, MITTER, C. & FUTUYMA, D. J. 1992. Diversification at the insect-plant interface. **BioScience**, 42(1): 34-42.
- FEENY, P. P. & BOSTOCK, H. 1968. Seasonal changes in the tannin content of oak leaves. **Phytochemistry**, 7(5): 871-880.
- FEENY, P.. 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. **Ecology**, 51(4): 565-581.
- FERREIRA, L. V.& STOHLGREN, T, J. 1999. Effects of river level fluctuation on plant species richness, diversity, and distribution in a floodplain forest in Central Amazonia. **Oecologia**, 120(4): 582-587.
- FORISTER, M. L; DYER, L. A; SINGER M. S; STIREMAN, J. O; LILL, J. T. 2012. Revisiting the evolution of ecological specialization, with emphasis on insect-plant interactions. **Ecology**, 93(5): 981-991, X
- FOX, L. R. A., & MORROW, P. A. 1981. Specialization: species property or local phenomenon? **Science**, 211 (4485): 887-893.
- FUTUYMA, D. J. & MORENO, G. 1988. The evolution of ecological specialization. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.19, 207-233.

- VANE-WRIGHT, R. I., & ACKERY, P. R. 1984. The biology of butterflies. Symposium of the Royal Entomological Society of London Number 11. In The biology of butterflies. **Symposium of the Royal Entomological Society of London Number 11**. Academic Press.
- GOMES, R. P. 2007. Fruticultura Brasileira. 13 ed. São Paulo: **Nobel**, v. 24, p. 446-448.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, 4(\$): 379-391.
- GRACE, S. C.; LOGAN, B. A.; ADAMS, W. W. 1998. Seasonal differences in foliar content of chlorogenic acid, a phenylpropanoid antioxidant, in *Mahonia repens*. **Plant, Cell & Environment**, 21(5): 513-521.
- GRAY, D. E; PALLARDY, S. G; GARRET, H. E; ROTTINGHAUS, G. E. 2003. Acute drought stress and plant age effects on alkalamide and phenolic acid content in purple coneflower roots. **Planta Medica**, 69(01): 50-55.
- GUILHON-SIMPLICIO, F. & PEREIRA, M. de M. 2011. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). **Química Nova**, 34(6): 1032-1041.
- HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9. 2001.
- HARBORNE, J. B. 1988. **Introduction to ecological biochemistry**. Academic Press.

- HIGUCHI, C. T. 2007. *Byrsonima* ssp: estudo anatômico e histoquímico foliar, atividade antimicobacteriana e citotoxicidade de extratos e seus derivados 70 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas.
- KOVENDAN, K., MURUGAN, K., SHANTHAKUMAR, S. P., & VINCENT, S. 2012. Evaluation of larvicidal and pupicidal activity of *Morinda citrifolia* L.(Noni)(Family: Rubiaceae) against three mosquito vectors. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**,2, S362-S369.
- LIBANO, A. M., & FELFILI, M. J. 2006. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado sensu stricto do Brasil Central em um período de 18 anos. **Acta Botanica Brasilica**, 20, 927-936.
- LILL, J. T., & MARQUIS, R. J. 2001. The effects of leaf quality on herbivore performance and attack from natural enemies. **Oecologia**, 126(3), 418-428.
- MIRANDA, J. E., OLIVEIRA, J. D. M., ROCHA, K. C. G., BORTOLI, S. A., NAVICKIENE, H. M. D., KATO, M. J., & FURLAN, M. 2002. Potencial inseticida do extrato de *Piper tuberculatum* (Piperaceae) sobre *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 6(2), 557-563.
- MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; SILVA, D. 1999. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. **Revista de Biologia Tropical**, v. 47, n. 4, p. 1025-1033.
- NDAMBA, J.; LEMMICH, E.; MØLGAARD, P. 1994. African traditional medicine. A dictionary of plant use and applications. **Phytochemistry**, v. 35, p. 95-98, 1994.
- NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 1989. 2ª. Ed. **Rio de Janeiro: IBGE**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 422p.

- OLIVEIRA, P. E., & GIBBS, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora (Jena)**, 195(4), 311-329.
- PITAREVIĆ, I., KUFTINEC, J., BLAŽEVIĆ, N., & KUŠTRAK, D. 1984. Seasonal variation of essential oil yield and composition of dalmatian sage, *Salvia officinalis*. **Journal of natural products**, 47(3), 409-412.
- PEARSE, I.S. 2011. The role of leaf defensive traits in oaks on the preference and performance of a polyphagous herbivore, *Orgyia vetusta*. **Ecol. Entomol.**, 36, 635–642.
- PUTTICK, G. M.; BOWERS, M. D. 1998. Effect of qualitative and quantitative variation in allelochemicals on a generalist insect: iridoid glycosides and the southern armyworm. **Journal of Chemical Ecology**, v. 14, n. 1, p. 335-351.
- ROBINSON, T. 1974. Metabolism and function of alkaloids in plants. **Science**, v. 184, p. 430-435.
- ROCA-PÉREZ, L., BOLUDA, R., GAVIDIA, I., & PÉREZ-BERMÚDEZ, P. 2004. Seasonal cardenolide production and Dop5 β r gene expression in natural populations of *Digitalis obscura*. **Phytochemistry**, 65(13), 1869-1878.
- SALMINEN, J. P; OSSIPOV, V; HAUKIOJA, E. & PIHLAJA, K. 2001. Seasonal variation in the content of hydrolysable tannins in leaves of *Betula pubescens*. **Phytochemistry**, 57(1), 15-22.
- SARMIENTO, G. 1984. **The ecology of neotropical savannas**. Harvard University Press.
- SCHERRER, S., LEPESQUEUR, C., VIEIRA, M. C., ALMEIDA-NETO, M., DYER, L., FORISTER, M., & DINIZ, I. R. 2016. Seasonal variation in diet breadth of folivorous Lepidoptera in the Brazilian cerrado. **Biotropica**.

- SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. A; DICKE, M. **Insect-plant biology**. Oxford University Press on Demand, 2005.
- SCHWOB, I; BESSIERE, J. M; MASOTTI, V. & VIANO, J. 2004. Changes in essential oil composition in Saint John's wort (*Hypericum perforatum* L.) aerial parts during its phenological cycle. **Biochemical systematics and ecology**, 32(8), 735-745.
- SILVA, N. A. P; FRIZZAS, M. R; OLIVEIRA, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p. 79-87.
- SINGER, M. S., RODRIGUES, D., STIREMAN, J. O., & CARRIÈRE, Y. 2004. Roles of food quality and enemy-free space in host use by a generalist insect herbivore. **Ecology**, 85(10), 2747-2753.
- STRAUSS, S. Y.; AGRAWAL, A. A. 1999. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 5, p. 179-185, 1999.
- STRONG, D. R., LAWTON, J. H., & SOUTHWOOD, S. R. 1984. **Insects on plants. Community patterns and mechanisms**. Blackwell Scientific Publications.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*, Porto Alegre: Artmed, 719 p. **Reproduced with permission of the copyright owner. Further reproduction prohibited without permission**, 2015.
- THOMPSON, J. N. 1994. **The coevolutionary process**. University of Chicago Press.
- WATERMAN, P. G.; MOLE, S. 1994. **Analysis of phenolic plant metabolites**. Blackwell Scientific, 1994.

WILT, F. M; MILLER, G, C. 1992. Seasonal variation of coumarin and flavonoid concentrations in persistent leaves of Wyoming big sagebrush (*Artemisia tridentata* ssp. *wyomingensis*: Asteraceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 20, n. 1, p. 53-67.

ZIDORN, C; STUPPNER, H. 2001. Evaluation of chemosystematic characters in the genus *Leontodon* (Asteraceae). **Taxon**, v. 50 p. 115-133.