

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – CCAA
CAMPUS IV – CHAPADINHA-MA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ABDIAS RIBEIRO LIMA NETO



CHAPADINHA

2017

ABDIAS RIBEIRO LIMA NETO

**EFEITO DA INTENSIDADE LUMINOSA NAS CAPTURAS DE
FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) COM ARMADILHAS À
BASE DE DIODOS EMISSORES DE LUZ (LEDs)**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, Campus IV, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, como pré-requisito para obtenção do grau de Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Francinaldo Soares Silva

CHAPADINHA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Lima-Neto, Abdias Ribeiro.

Efeito da intensidade luminosa nas capturas de flebotomíneos Diptera: Psychodidae com armadilhas à base de diodos emissores de luz LEDs / Abdias Ribeiro Lima-Neto. - 2017.

49 f.

Orientador(a): Francinaldo Soares Silva.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017.

1. Armadilha luminosa. 2. Flebotomíneos. 3. Intensidade luminosa. 4. LEDs. I. Silva, Francinaldo Soares. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia a minha família, em especial a minha mãe Ivoneide de Araujo Lima, que é meu maior bem, meu amor por toda vida, a pessoa que sempre esta ao meu lado me apoiando e que me acompanhou por toda minha trajetória de vida acadêmica e que tenho somente a agradecer.

À Deus por ter me permitido chegar até aqui me abençoando a cada dia e me iluminando na tomada de decisões.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e ter me abençoado em toda trajetória da minha vida.

Ao meu grande incentivador na tomada de decisões, orientador e posso dizer meu amigo, essa pessoa maravilhosa que fez parte desta trajetória acadêmica, o meu orientador Prof. Francinaldo Soares Silva e que eu não tenho palavras para descrever tamanha gratidão, por ter aceitado me orientar e me dado a oportunidade de fazer parte da equipe do LEME, além de ter contribuído bastante para execução de todas as etapas da pesquisa.

À toda equipe do LEME que esteve presente e me ajudou bastante, em especial a bióloga Apoliana Araujo da Silva pela sua participação no desenvolvimento deste trabalho, na ajuda durante as coletas que foram muitas e tenho muito a agradecer.

Aos mestrandos Jefferson Mesquita Brito e Benedita Maria Costa Nesta, pelo auxílio na escrita do trabalho, nas análises estatísticas, no acompanhamento das coletas e diminuindo minhas dúvidas quanto ao campo.

Aos graduandos em Ciências Biológicas João Vitor Castro Aguiar e Islana que foram bem participativos neste trabalho, onde me ajudaram a identificar os flebotomíneos ao nível de espécie e me acompanhavam na maioria das vezes na coleta de campo.

A Luzivan Reis pela colaboração em campo.

À Eudimara Carvalho de Araujo que teve um papel importante me ajudando nas coletas de campo, na identificação dos flebotomíneos e na elaboração do projeto.

À família do Sr. Benedito por ter cedido sua propriedade para realização deste trabalho.

À todas as pessoas que estiveram envolvidas direta ou indiretamente na realização dessa pesquisa.

EPÍGRAFE

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível.”*

(Charles Chaplin)

RESUMO

Os flebotomíneos são insetos de pequeno porte, dípteros pertencentes à família Psychodidae, possuem grande importância médica, pois as fêmeas são responsáveis por transmitir o protozoário do gênero *Leishmania* que causa as leishmanioses aos seres humanos e animais. As armadilhas luminosas com o uso de LEDs têm sido utilizadas na captura desses dípteros e tem mostrado ser bem eficientes. Na busca para entender mais sobre o comportamento dos flebotomíneos e como a intensidade luminosa pode influenciar no aumento do número de insetos na armadilha luminosa, o presente estudo visa identificar a eficiência de diferentes intensidades luminosas em armadilhas HP com o intuito de atrair mais flebotomíneos. O estudo foi realizado na zona rural do município de Chapadinha-MA, as coletas foram realizadas das 18:00 as 06:00 horas utilizando-se seis armadilhas luminosas com intensidades diferentes, três com LED verde (10.000mCD, 15.000mCD, 20.000mCD) e três com LED azul (4.000mCD, 12.000mCD, 15.000mCD). Foram coletadas 13 espécies distintas, sendo as mais abundantes *L. longipalpis* 52,48%, *E. evandroi* 32,90%, *M. goiana* 9,76%, *E. termitophila* 2,85% e *N. whitmani* 1,35%. Quanto às intensidades o LED verde de 20.000mCD e o LED azul de 15.000mCD obteve maior atratividade na captura de flebotomíneos apresentando respectivamente 42,78% e 37,99% do número total de espécimes coletados. Análises e correlação comprovam que a intensidade luminosa é um fator relevante para atração de flebotomíneos e na medida em que aumenta a intensidade a tendência é atrair mais insetos.

Palavras-Chaves: Flebotomíneos; armadilha luminosa; LEDs; intensidade luminosa.

ABSTRACT

Sandflies are small insects, Diptera belonging to the family Psychodidae, are of great medical importance, as females are responsible for transmitting the protozoan of the genus *Leishmania* that causes leishmaniasis to humans and animals. Light traps with the use of LEDs have been used to capture these dipterans and have been shown to be very efficient. The present study aims to identify the efficiency of different luminous intensities in HP traps with the aim of attracting more sandflies. In the search to understand more about sandfly behavior and how light intensity can influence the increase in the number of insects in the light trap, this study aims to identify the efficiency of different luminous intensities in HP traps. The study was carried out in the rural area of the municipality of Chapadinha-MA, the collections were carried out from 6:00 p.m. to 6:00 p.m. using six light traps with different intensities, three with green LED (10,000 mCD, 15,000 mCD, 20,000 mCD) And three with blue LED (4.000mCD, 12.000mCD, 15.000mCD). Thirteen distinct species were collected, being most abundant *L. longipalpis* 52,48%, *E. evandroi* 32,90%, *M. goiana* 9,76%, *E. termitophila* 2,85% and *N. whitmani* 1,35%. Regarding the intensities, the green LED of 20.000mCD and the blue LED of 15.000mCD obtained a greater attractiveness in the capture of sandflies presenting respectively 42.78% and 37.99% of the total number of specimens collected. Analyzes and correlation prove that light intensity is a relevant factor for attracting sandflies and as the intensity increases the tendency is to attract more insects.

Key Words: Sandflies; Light trap; LEDs; light intensity.

Lima-Neto et al. 2016: Efeito da intensidade luminosa nas capturas de flebotomíneos (Diptera:Psychodidae) com armadilhas à base de LEDs.

Annals of the Entomological Society of America
Ecologia e Biologia de população

Laboratório de Entomologia Médica, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA, 65500-000, Brazil.

Telefone: +559832729937
E-mail: francinaldosilva@ufma.br

Efeito da intensidade luminosa nas capturas de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) com armadilhas à base de diodos emissores de luz (LEDs)

A. R. Lima-Neto¹, B. M. Costa-Neta^{1,2,4}, A. A. da Silva^{1,2,4}, J. M. Brito^{1,3,4}, J. V. C. Aguiar¹, I. S. Ponte¹, e F.S. Silva^{1,4,5}.

1 Laboratório de Entomologia Médica, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais CCAA-UFMA, Universidade Federal do Maranhão– Campus IV, BR 222, Km 04 – 36 Chapadinha- MA CEP 65500-000, Brasil.

2 Laboratório de Entomologia e Vetores, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, CEP: 65080-805. São Luís, MA, Brasil.

3 Laboratório de Imunofisiologia, Departamento de Patologia, Universidade Federal do Maranhão, CEP: 65080-805. São Luís, MA, Brasil.

4 Programa de Mestrado em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, CEP: 65080-805. São Luís, MA, Brasil.

5 Autor Correspondente, email: francinaldosilva@ufma.br

1 **Resumo.** Os flebotomíneos são insetos de pequeno porte, dípteros pertencentes à
2 família Psychodidae, possuem grande importância médica, pois as fêmeas são
3 responsáveis por transmitir o protozoário do gênero *Leishmania* que causa as
4 leishmanioses aos seres humanos e animais. As armadilhas luminosas com o uso de
5 LEDs têm sido utilizadas na captura desses dípteros e tem mostrado ser bem eficientes.
6 Na busca para entender mais sobre o comportamento dos flebotomíneos e como a
7 intensidade luminosa pode influenciar no aumento do número de insetos na armadilha
8 luminosa, o presente estudo visa identificar a eficiência de diferentes intensidades
9 luminosas em armadilhas HP com o intuito de atrair mais flebotomíneos. O estudo foi
10 realizado na zona rural do município de Chapadinha-MA, as coletas foram realizadas
11 das 18:00 as 06:00horas utilizando-se seis armadilhas luminosas com intensidades
12 diferentes, três com LED verde (10.000mCD, 15.000mCD, 20.000mCD) e três com
13 LED azul (4.000mCD, 12.000mCD, 15.000mCD). Foram coletadas 13 espécies
14 distintas, sendo as mais abundantes *L. longipalpis* 52,48%, *E. evandroi* 32,90%, *M.*
15 *goiana* 9,76%, *E. termitophila* 2,85% e *N. whitmani* 1,35%. Quanto às intensidades o
16 LED verde de 20.000mCD e o LED azul de 15.000mCD obteve maior atratividade na
17 captura de flebotomíneos apresentando respectivamente 42,78% e 37,99% do número
18 total de espécimes coletados. Análises e correlação comprovam que a intensidade
19 luminosa é um fator relevante para atração de flebotomíneos e na medida em que
20 aumenta a intensidade a tendência é atrair mais insetos.

21 **Palavras-Chaves:** Flebotomíneos; armadilha luminosa; LEDs; intensidade luminosa.

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34 Abstract. Sandflies are small insects, Diptera belonging to the family Psychodidae, are
35 of great medical importance, as females are responsible for transmitting the protozoan
36 of the genus *Leishmania* that causes leishmaniasis to humans and animals. Light traps
37 with the use of LEDs have been used to capture these dipterans and have been shown to
38 be very efficient. The present study aims to identify the efficiency of different luminous
39 intensities in HP traps with the aim of attracting more sandflies. In the search to
40 understand more about sandfly behavior and how light intensity can influence the
41 increase in the number of insects in the light trap, this study aims to identify the
42 efficiency of different luminous intensities in HP traps. The study was carried out in the
43 rural area of the municipality of Chapadinha-MA, the collections were carried out from
44 6:00 p.m. to 6:00 p.m. using six light traps with different intensities, three with green
45 LED (10,000 mCD, 15,000 mCD, 20,000 mCD) And three with blue LED (4.000mCD,
46 12.000mCD, 15.000mCD). Thirteen distinct species were collected, being most
47 abundant *L. longipalpis* 52,48%, *E. evandroi* 32,90%, *M. goiana* 9,76%, *E. termitophila*
48 2,85% and *N. whitmani* 1,35%. Regarding the intensities, the green LED of
49 20.000mCD and the blue LED of 15.000mCD obtained a greater attractiveness in the
50 capture of sandflies presenting respectively 42.78% and 37.99% of the total number of
51 specimens collected. Analyzes and correlation prove that light intensity is a relevant
52 factor for attracting sandflies and as the intensity increases the tendency is to attract
53 more insects.

54 Key Words: Sandflies; Light trap; LEDs; light intensity.

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67 Os flebotomíneos são insetos de pequeno porte, dípteros pertencentes à família
68 Psychodidae e subfamília Phlebotominae (Sharma e Singh 2008). São conhecidos
69 popularmente no Brasil como mosquito palha, tatuquira, birigui, entre outros (Brasil
70 2006), apresentam como características morfológicas corpo piloso, com asas eretas
71 sobre o corpo quando em repouso, seu voo é do tipo saltitante e silencioso, podem
72 chegar a 2 a 3 milímetros de comprimento (Brazil et al. 2015, Sharma e Singh 2008).

73 Os machos se alimentam de seiva vegetal e de secreções açucaradas
74 provenientes de plantas ou de melada produzida por pulgões (Hemiptera: Aphidoidea)
75 para manter o metabolismo, diferentemente das fêmeas que tem sua nutrição baseada
76 em açúcares juntamente com uma dieta hematófaga, a qual servirá para maturar os ovos
77 e assim dar continuidade ao processo de oviposição e manutenção do seu ciclo vital
78 (Sherlock 2003).

79 As fêmeas costumam desabrigar-se no crepúsculo vespertino para a prática de
80 repasto sanguíneo (Rebêlo 1999). A partir da hematofagia praticada pelas fêmeas é que
81 ocorre a transmissão dos protozoários do gênero *Leishmania* para hospedeiros
82 vertebrados, estes protozoários causam as leishmanioses aos seres humanos e animais,
83 podendo se manifestar em três formas: a cutânea, a mucocutânea e visceral sendo esta
84 última a forma mais grave, pois afeta os órgãos internos podendo levar a óbito, por isso
85 são considerados insetos de importância médica (Alvar et al. 2012, Guimaraes et al.
86 2014, Silva 2007).

87 As populações de flebotomos apresentam grande riqueza de espécies e se
88 concentram nas regiões tropicais e subtropicais com temperaturas de 16°C a 44°C
89 (Colacicco-Mayhugh et al. 2010). Reproduzem-se em lugares que apresentam grande
90 quantidade de matéria orgânica em decomposição, especialmente de natureza vegetal, e
91 diferem dos outros dípteros principalmente por desenvolverem seu estágio larval nesse
92 ambiente, sendo esse o local escolhido para fêmea ovipositar, e a matéria orgânica irá
93 servir de abrigo, umidade e nutrição para as larvas (Maroli et al. 2013, Sharma e Shing
94 2008). As formas imaturas de flebotomíneos no Novo Mundo têm sido encontradas em
95 ambientes domésticos (rachaduras de paredes e chão, porões de casa e locais
96 abandonados), peridomésticos (abertura de tronco de árvores, debaixo de pedras,
97 aterros) e ambientes silvestres (mata fechada, caverna, raízes tubulares) (Felicciangelli
98 2004).

99 São insetos amplamente distribuídos pelo mundo, sendo encontrados
100 principalmente nas regiões úmidas e quentes do planeta com mais de 1000 espécies

101 descritas no mundo e cerca de 530 espécies estão localizadas na região tropical. No
102 Brasil já foram registradas mais de 267 espécies com ampla distribuição em todas as
103 regiões (Brazil et al. 2015). Os flebotomíneos possuem atividade crepuscular ou
104 noturna, momento este pelo qual vão em busca de alimento (Brasil 2006), durante o dia
105 procuram lugares sombreados e úmidos para se abrigarem como forma de se proteger
106 do vento intenso, da insolação e de predadores naturais (Rebêlo 1999).

107 O habitat natural do flebotomíneo é o ambiente silvestre, entretanto com a
108 urbanização e crescentes alterações antrópicas das áreas silvestres os flebotomíneos
109 apresentaram um elevado grau de adaptação nesse ambiente antrópico (Andrade Filho et
110 al. 2001). As espécies pertencentes ao gênero *Phlebotomus* e *Lutzomyia* são encontradas
111 no Velho Mundo e Novo Mundo respectivamente (Ready 2013).

112 As leishmanioses são enfermidades graves de complexo controle e tratamento
113 que necessita de grande atenção por parte da OMS, ela é considerada uma das seis
114 doenças tropicais mais importantes de todo o mundo (Queiroz et al. 2012). Segundo a
115 WHO (2010) as leishmanioses encontram-se disseminadas por 88 países, sendo uma das
116 doenças com maior número de casos, perdendo apenas para malária em patologias
117 causadas por protozoários. Aproximadamente 350 milhões de pessoas encontram-se
118 expostas em áreas com grande prevalência da doença (Desjeux 2004). A OPA/OMS
119 (2014) relata que esta grande incidência está diretamente ligada a fatores sociais,
120 ambientais e climáticos no qual influenciam diretamente a epidemiologia da doença. O
121 Brasil é um país que possui condições ambientais ideais para abrigar diversas espécies
122 de flebotomíneos, além de apresentar um clima tropical de fácil adaptação por parte
123 desses insetos. Segundo Rebêlo (2010), o Maranhão é um dos estados brasileiros com
124 maiores índices de casos da leishmaniose na forma visceral e tegumentar, sendo os
125 vetores mais importantes dessa enfermidade o *Lutzomyia longipalpis* e o *Nyssomyia*
126 *whitmani* respectivamente, contudo foram notificadas mais de 90 espécies de
127 flebotomíneos do gênero *Lutzomyia*. Na região de Chapadinha há registros de espécies
128 vetorais tais como *Lutzomyia longipalpis*, *Nyssomyia whitmani* e *Bichromomyia*
129 *flaviscutellata*. De acordo com a Secretaria de Saúde de Chapadinha foram notificados
130 mais de 91 casos de leishmaniose do tipo visceral e tegumentar dentre os anos de 2015 à
131 2016 (Sinan Net 2016).

132 Devido a gravidade da doença é de extrema importância realizar o
133 levantamento da fauna flebotomínica para estabelecer o controle das leishmanioses
134 (Guimaraes et al. 2014). Segundo Brasil (2006), existe várias técnicas empregadas no

135 controle de vetores, como realizar o controle químico com a ação de produtos como a
136 deltametrina para eliminação do vetor nos locais de incidência da doença. Pode ser feito
137 também investigações entomológicas com o intuito de obter informações sobre os
138 flebotomíneos vetoriais, para essa investigação pode ser empregadas metodologias
139 como coleta com armadilha adesiva, coleta com armadilhas luminosas, coleta com a
140 utilização de tubo de sucção tipo castro e armadilhas com animais ou com feromônios.
141 A importância desse monitoramento vetorial é conhecer a distribuição e abundância de
142 espécies vetoras e diminuir o número de vetores em determinada área de incidência da
143 doença ou que tenha o reservatório adequado, visando direcionar medidas de prevenção
144 e controle nestes ambientes.

145 Os flebotomíneos podem ser capturados utilizando nas armadilhas diferentes
146 atrativos físicos e químicos, como animais, CO₂, luz, feromônios ou caïromônios entre
147 outras iscas (Alexander 2000). A busca por novos atrativos é muito desejável
148 considerando o fototropismo que pode variar entre as espécies (Pinto et al. 2011). Pinto
149 et al. (2011) em um estudo mostrou que quando colocado a substância octenol nas
150 armadilhas para captura de dípteros hematófagos o poder atrativo aumenta
151 consideravelmente tanto na presença de luz quanto na ausência.

152 A utilização de armadilhas luminosas, com o intuito de capturar esses insetos,
153 permite o monitoramento faunístico e a identificação das espécies vetoras, além de
154 proporcionar a mínima exposição humana no momento da captura desses insetos
155 (Guimaraes et al. 2014, Cohnstaedt et al. 2008). Nessas armadilhas os insetos adultos
156 são atraídos através de fontes de luz artificial, sendo as mais atuantes as armadilhas do
157 tipo CDC (Center for Disease Control) (Faiman et al. 2009). Ao longo dos anos, essa
158 armadilha passou por modificações e foi aperfeiçoada com a utilização de outras fontes
159 artificiais de luz como é o caso dos LEDs (Light-emitting Diode) que demonstrou ser
160 um método atrativo devido apresentar diferentes comprimentos de ondas no qual irá
161 servir para atrair os insetos (Bishop et al. 2004, Hoel et al. 2007, Silva et al. 2015a,
162 Silva et al. 2016).

163 No Brasil existem alguns estudos referente ao uso de LED's em armadilhas
164 luminosas para o monitoramento de insetos de importância médica, como exemplo
165 temos Silva et al. (2016) que avaliou o uso de diodos emissores de luz (LEDs) como um
166 atrativo para flebotomíneos em dois currais em uma área de pecuária do Brasil onde
167 utilizou luzes verdes, azul e incandescentes como fontes de luz, no qual verificou que a
168 luz verde do LED foi mais atraente em relação as outras luzes na captura destes insetos.

169 Silva et al. (2015b) mostrou que o uso de LEDs é mais eficaz na captura de *Culicoides*
170 quando comparado a lâmpada incandescente. Como podemos observar o uso de diodos
171 emissores de luz na captura de insetos vetores tem se mostrado bem eficiente na atração
172 e captura do mesmo. No México também foi realizado um estudo sobre a resposta do
173 flebotomíneo do gênero *Lutzomyia* com diferentes comprimentos de ondas do espectro
174 de luz visível em laboratório, onde mostrou que a espécie *Lutzomyia cruciata* é atraído
175 pela luz na região do espectro na cor amarelo, verde e laranja, o que permite deduzir que
176 esta espécie tem uma visão policromática (Serrano-Dominguez et al. 2015).

177 O LED apresenta em sua estrutura uma banda de 5nm. O comprimento de onda
178 dos diodos emissores de luz pode variar de UV (350 nm) até infravermelhos (700 nm) a
179 qual vai depender da sua composição química. O LED por ser uma unidade de estado
180 sólido que converte energia elétrica em luz irá gerar menos calor em comparação a
181 lâmpada incandescente que sua conversão de corrente elétrica para luz é muito baixa
182 com isso irá emitir mais calor. Além disso, os LEDs possuem um custo menor,
183 dificilmente quebram, dificilmente necessitam ser substituídos, podem ser selecionados
184 para emitir uma cor específica, pois produzem uma luz monocromática e são facilmente
185 trocados em campo, ajustando-se a necessidade particular do meio ambiente
186 (Cohnstaedt et al. 2008).

187 Com relação a intensidade luminosa e a preferência por determinada cor, os
188 insetos apresentam uma sensibilidade espectral em sua visão e possuem células
189 fotorreceptoras que podem alterar essa sensibilidade (Briscoe e Chittka 2001), foi
190 mostrado em alguns trabalhos que não só a cor mas a intensidade luminosa pode afetar
191 na atratividade das armadilhas, mostrando ser bastante eficaz para atrair e capturar mais
192 insetos, como é o caso dos trabalhos de Hoel et al. (2007) onde o LED vermelho se
193 sobressaiu em relação ao LED azul e o LED verde na captura dos insetos, fato este que
194 pode ser explicado pela alta intensidade do LED vermelho apresentando 1.800mCD
195 enquanto o LED verde e LED azul possuía uma intensidade de 1.500mCD e 650mCD
196 respectivamente. Nesse estudo também foi observado que a espécie *Phlebotomus*
197 *papatasi* teve uma preferência pela luz que foi a vermelha, mostrando que determinadas
198 espécies tem uma preferência por determinadas cores de luzes. Já nos estudos de Barr et
199 al. (1963) o efeito da intensidade luminosa favoreceu na captura, visto que a luz mais
200 intensa atraiu mais mosquitos enquanto a luz menos intensa teve uma atração menor no
201 número de mosquitos. Os resultados desses trabalhos indicam que a intensidade
202 luminosa influenciou na atração da armadilha e posterior captura dos insetos.

203 Entende-se por intensidade luminosa a quantidade de luz que é emitida por
204 uma fonte luminosa em determinada direção, a unidade de medida que expressa a
205 intensidade é milicandela (mCD). Headlee (1937) apud Bentley et al. (2009) observou
206 pela primeira vez que a intensidade luminosa pode influenciar no aumento do número
207 de mosquitos na armadilha luminosa. Segundo Mellor & Hamilton (2003), estudos de
208 campo avaliando a resposta visual de flebotomíneos demonstraram que os
209 comprimentos de ondas de diferentes intensidades são pouco conhecidos, mas são de
210 grande importância, visto que as espécies de flebotomos possuem atração visual por
211 fontes luminosas, ainda não se sabe se a intensidade de luz emitida é um fator
212 importante na atração desses insetos.

213 Desta forma o presente estudo visa averiguar o efeito da intensidade luminosa
214 em armadilhas HP (Hoover Pugedo) usando LEDs com diferentes intensidades
215 luminosas, com o intuito de verificar se existe alguma influência das intensidades na
216 captura desses dípteros e entender se realmente a intensidade luminosa pode influenciar
217 numa maior atração e captura dos flebotomíneos, além de conhecer a biologia e o
218 comportamento das espécies de flebotomíneos. Portanto, é de extrema importância essa
219 investigação dando assim um suporte maior para vigilância e monitoramento de
220 flebotomíneos, baseando-se principalmente nas respostas visuais desses insetos.

221

222 **Materiais e Métodos**

223 **Área de estudo.** O estudo foi realizado no povoado São Raimundo na fazenda
224 Villa Emídio localizada a uma distância de 32 km da sede do município de Chapadinha-
225 MA, localizado nas coordenadas 3°46'17" Sul e 43°21'29" Oeste, e possui uma área de
226 3.247,383 km², com 73.281 habitantes, sendo 52.814 urbanos e 20.467 rurais (IBAMA
227 2006). Na região o clima é tropical e semi-úmido, sendo esse clima característico do
228 nordeste do estado, com uma estação chuvosa bem definida entre os meses de Janeiro a
229 Junho, seguido por um período de seca que vai de Julho a Dezembro. Os índices
230 pluviométricos variam de 1.500 mm a 2000 mm e a temperatura média varia de 28°C a
231 30°C (Nogueira et al. 2012, Silva et al. 2015a).

232 Na fazenda Villa Emídio, a captura dos insetos ocorreu em dois abrigos de
233 animais domésticos. O primeiro abrigo possui uma área de 20x26 metros, que fica
234 próximo à residência da fazenda, no entorno desse abrigo existe uma grande quantidade
235 de árvores, caracterizando-se como uma área fechada, este foi denominado como

236 Abrigo 1. O segundo abrigo possui uma área de 16x25 metros, situado em área aberta
237 pouco distante do domicílio principal da fazenda, próximo ao abrigo comporta animais
238 de grande porte como bovinos e equinos, esse abrigo foi denominado Abrigo 2. Os
239 locais apresentam uma distância entre si de 110 metros. Em cada abrigo as armadilhas
240 foram dispostas no interior do abrigo dos porcos em alguns pontos, já utilizados em
241 trabalhos anteriores (Silva et al. 2016) observando o local mais favorável e próximo dos
242 porcos, em locais mais úmidos, denominados de pontos A, B e C distantes entre si de 8
243 metros apresentando um formato triangular. As armadilhas foram colocadas em três
244 pontos (A, B e C) de cada abrigo, no abrigo 1 o ponto A situava-se na extremidade do
245 chiqueiro, do lado da mata e próximo da parte de descanso de porcos e com grande
246 quantidade de matéria orgânica e entulho. O ponto B encontrava-se mais próximo do
247 abrigo, mas distante da mata, em um local com menos entulho. O ponto C localizava-se
248 em uma palmeira, separado da mata por uma cerca, e mais distante do abrigo. No abrigo
249 2 o ponto A situava-se no canto interno próximo de umas palmeiras próximo da cerca, o
250 ponto B ficava situado no outro canto do abrigo adjacente ao ponto A, ficando num
251 local mais aberto e o ponto C ficava no canto mais distante do abrigo 2 e mais perto da
252 mata, nesse abrigo 2 tinha duas cabanas cobertas de palha e feitas de madeira.

253 **Delineamento experimental.** As coletas foram realizadas em dias alternados,
254 mas não obedecia a uma quantidade específica por semana, as armadilhas eram
255 colocadas às 18:00h e retiradas às 06:00h. Foram utilizadas seis armadilhas do tipo HP
256 (Hoover Pugedo) (Pugedo et al. 2005) modificadas com LEDs de cinco mm e ultra
257 brilho, três na cor verde e três na cor azul, com intensidades diferentes. Os LEDs de cor
258 verde possuem 10.000 mCD, 15.000 mCD e 20.000 mCD e os LEDs de cor azul
259 possuem intensidades de 4.000 mCD, 12.000 mCD e 15.000 mCD.

260 O estudo foi realizado no período de Julho a Outubro de 2016, ou seja, no
261 período de estação seca, compreendendo 22 noites, num total de 1368 horas nos dois
262 abrigos. As armadilhas tipo HP foram dispostas a 1,5 metros de altura acima do solo
263 com distância de 8 metros entre elas, foram colocadas três armadilhas com LEDs de cor
264 verde com intensidades diferentes num abrigo e as outras três armadilhas com LEDs de
265 cor azul com intensidades diferentes no outro abrigo. A cada coleta as fontes luminosas
266 foram colocadas em diferentes pontos e também foi feito a intercalação das cores em
267 cada abrigo, para que cada uma ao final do desenvolvimento da pesquisa fosse instalada
268 em cada ponto de coleta para eliminar o viés estatístico.

269 Após cada coleta os insetos capturados nas armadilhas foram transportados
270 para o Laboratório de Entomologia Médica (LEME), onde foram sacrificados com o
271 acetato de etila (C₄H₈O₂), em seguida foram retirados dos recipientes de filó e realizado
272 a triagem com o uso de microscópio estereoscópio e o auxílio de pinças, posteriormente
273 os flebotomíneos eram acondicionados em frascos de vidros contendo álcool 70% para
274 preservação das partes corporais, cada frasco era devidamente etiquetado. Ao término
275 desses procedimentos foi realizado o processo de diafanização, que consiste em uma
276 técnica de clareamento do exoesqueleto dos insetos tornando as partes anatômicas de
277 fácil visualização, foi utilizado para isso hidróxido de potássio (KOH) para
278 amolecimento da quitina do exoesqueleto e o lactofenol para diafanizá-la (clarear). Na
279 sequência cada inseto foi identificado através da chave de identificação proposta por
280 Galati (2003) no qual foi utilizada principalmente, a genitália dos machos e das fêmeas
281 para se chegar ao nível de espécie, e as amostras foram acondicionadas na coleção
282 entomológica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

283 **Análises estatísticas.** Os dados dessa pesquisa foram analisados mediante a
284 utilização do teste de Komgorov-Smimov para análise de normalidade dos dados. O
285 teste de Mann-Whitney foi realizado para avaliar a anormalidade da distribuição de
286 dados. As médias foram significantes quando $p < 0,05$. Quando o critério de
287 normalidade não foi atendido, os dados foram transformados em Log_{10} antes da análise.
288 Em caso com distribuição normal foi utilizado o teste T de Student para avaliar a
289 diferença entre as fontes luminosas. Foram feitas também a correlação de Pearson para
290 relacionar as duas variáveis (número de indivíduos e a intensidade luminosa), onde a
291 classificação mostra que o valor de 0 a 0,3 positivo ou negativo indica uma correlação
292 desprezível, de 0,3 a 0,5 indica uma correlação fraca, de 0,5 a 0,7 é uma correlação
293 moderada, sendo uma correlação muito forte quando o valor for de 0,7 a 1,0. Todas as
294 análises foram feitas através do Software GraphPadPrism (GraphPad, San Diego, CA,
295 Software Inc, EUA).

296 **Resultados**

297 No total foram coletados 3264 espécimes de flebotomíneos utilizando as seis
298 armadilhas luminosas, sendo que destas foram identificados apenas 3188 devido às
299 demais estarem danificadas. As fêmeas representaram 59,38% e macho 40,62% do total
300 de espécimes coletados. O estudo resultou na coleta de treze espécies distintas de
301 flebotomíneos, sendo elas: *Lutzomyia longipalpis*, *Evandromyia evandroi*,

302 *Micropygomyia goiana*, *Evandromyia termitophila*, *Nyssomyia whitmani*, *Sciopemyia*
303 *sordellii*, *Sciopemyia servulolimai*, *Bichromomyia flaviscutellata*, *Evandromyia*
304 *saulensis*, *Barrettomyia teratodes*, *Brumptomyia sp*, *Evandromyia lenti* e *Psathyromyia*
305 *shannoni* (Tabela 1).

306 As espécies mais abundantes foram *L. longipalpis* 52,48%, *E. evandroi*
307 32,90%, *M. goiana* 9,76%, *E. termitophila* 2,85% e *N. whitmani* 1,35% e as demais
308 espécies representaram 0,66% do número total de espécies coletadas (Tabela 1).

309 Em relação ao uso dos LEDs, a cor verde atraiu 38,64% do número de
310 indivíduos capturados, distribuídos num total de 10 espécies: *L. longipalpis*, *E.*
311 *evandroi*, *M. goiana*, *E. termitophila*, *N. whitmani*, *S. sordellii*, *S. servulolimai*, *E.*
312 *saulensis*, *B. flaviscutellata* e *P. shannoni*. A cor azul atraiu 61,36% do total de
313 flebotomíneos capturados, com 11 espécies: *L. longipalpis*, *E. evandroi*, *M. goiana*, *E.*
314 *termitophila*, *N. whitmani*, *S. sordellii*, *S. servulolimai*, *B. teratodes*, *E. saulensis*, *E.*
315 *lenti* e *B. sp* (Tabela 2). Comparando o número de indivíduos capturados nas duas cores
316 não houve diferença entre a cor verde e azul ($P= 0,0526$) (Figura 1).

317 Comparando-se o número de indivíduos fêmeas e machos, de forma geral as
318 fêmeas se sobressaíram em relação aos machos (Tabela 1), a proporção geral de fêmea:
319 macho foi de 1,5:1, apresentando diferença ($U=5512$; $P= 0,0476$) (Figura 2), entretanto
320 não houve diferença quando comparamos a quantidade de fêmeas e machos por cor,
321 tanto verde ($U=1422$; $P= 0,2516$) quanto azul ($U=1343$; $P= 0,1103$). Não houve também
322 diferença em relação ao número de fêmeas e machos quanto à intensidade luminosa.

323 Considerando a quantidade de indivíduos na cor verde nas três intensidades, a
324 que teve maior atratividade na captura dos flebotomíneos foi a de 20.000mCD, seguida
325 pela intensidade de 15.000mCD e a que obteve a menor atração foi de 10.000mCD
326 (Tabela 3).

327 Analisando estaticamente os dados quanto às intensidades luminosas utilizadas
328 na cor verde (10.000mCD, 15.000mCD, 20.000mCD), que representaram 38,64% do
329 número de indivíduos coletados, apresentou diferença estatística significativa entre as
330 intensidades ($P= 0,0204$). Na análise estatística foi observado que a intensidade de
331 10.000mCD e 15.000mCD houve diferença significativa ($P= 0,0129$), quando
332 comparou-se a de 10.000mCD com 20.000mCD foi constatado que tem diferença ($P=$

333 0,0255), no entanto quando foi comparado a intensidade de 15.000mCD com a de
334 20.000mCD observou-se que não existe diferença entre elas ($P= 0,9410$) (Figura 3).

335 Em relação ao LED de cor azul com intensidades de 4.000mCD, 12.000mCD e
336 15.000mCD observa-se na Tabela 4 que o LED de maior intensidade apresentou o
337 número maior de indivíduos coletados, seguido pelo de 12.000mCD, enquanto a
338 intensidade de 4.000 mCD obteve uma menor atratividade em relação a quantidade de
339 indivíduos capturados.

340 Sobre a análise estatística realizada nas três intensidades do LED azul não
341 demonstrou diferença entre elas ($P= 0,3894$) (Figura 4).

342 No presente estudo também foram feitos a análise de correlação entre as
343 variáveis (nº indivíduos e intensidade) para saber se existe uma relação entre ambas.
344 Através dessa análise foi observado que existe uma correlação positiva do número de
345 indivíduos com a intensidade no LED verde ($R= 0,3182$) (Figura 5). No LED azul
346 observou-se que não há uma correlação entre o número de indivíduos com a intensidade
347 ($R= 0, 1850$) (Figura 6), porém de acordo com o gráfico existe uma tendência de
348 aumentar a quantidade de flebotomíneos conforme o aumento da intensidade.

349 **Discussão**

350 As espécies de flebotomíneos descritas neste trabalho já foram relatadas para o
351 estado do Maranhão (Rebêlo et al. 2010, Silva et al. 2010, 2016). Como já foi
352 demonstrado em outros trabalhos (Silva et al. 2015a, 2015b, 2016), os flebotomíneos
353 são atraídos com maior eficiência por luzes de LEDs.

354 No presente estudo a espécie com maior abundância foi *L. longipalpis*
355 assemelhando ao trabalho realizado por Silva et al. (2010). A dominância de *L.*
356 *longipalpis* pode ser explicado pelas características do ambiente que favorecem a
357 ocorrência dessa espécie, tais como ambiente mais seco, mais aberto e com áreas
358 perturbadas, mostrando também que esta espécie encontra-se bem adaptada a vários
359 ambiente (Dias-Lima et al. 2003, Martins et al. 2004). Nesse estudo as espécies como *S.*
360 *sordellii* e *B. flaviscutellata* foram coletadas poucas espécimes, essa menor abundância
361 dessas espécies acontece devido as mesmas serem encontradas em áreas mais úmidas
362 como observado por Silva et al. (2012).

363 As espécies *L. longipalpis*, *N. whitmani* e *B. flaviscutellata* são vetores
364 comprovados da leishmaniose tanto no Brasil quanto no mundo, sendo que no estado do
365 Maranhão, a *N. whitmani* e *B. flaviscutellata* são responsáveis pela transmissão da
366 forma tegumentar e *L. longipalpis* pela transmissão de leishmaniose visceral (Brazil et
367 al. 2015, Maroli et al. 2013, Silva et al. 2010).

368 A predominância de fêmeas de *L. longipalpis* nessa pesquisa foi evidente
369 principalmente pela alta frequência dessa espécie. Esse aumento pode está vinculado a
370 produção de feromônios masculinos que resulta na atração das fêmeas como observado
371 nos trabalhos de Quinnell & Dye (1994), no entanto este resultado contrapõe aos
372 estudos de Da Silva (No Plero) em que a espécie de *N. whitmani* foi mais abundante
373 principalmente os machos. Entretanto a decorrência do maior número dessa espécie foi
374 devido às coletas terem sido realizadas no período de lua cheia e com a presença de
375 aves, mostrando que a luminosidade da lua e a presença de determinados hospedeiros
376 podem influenciar sobre o comportamento de agregação e sobre a atividade de repasto
377 sanguíneo de *N. whitmani*, sendo que no presente estudo as coletas foram realizadas em
378 maior número nas noites de lua nova e não havia presença de aves, dando um respaldo
379 maior para explicar o menor número da espécie *N. whitmani* nesse estudo, todavia
380 outros estudos serão realizados para responder estas indagações.

381 A maioria dos insetos noturnos têm uma visão tricromática baseada nos
382 comprimentos de onda ultravioleta, azul e verde (Briscoe e Chittka. 2001), como foi
383 observado, o presente estudo concorda com esse critério fisiológico, quando mostrou
384 que tanto o LED de luz verde quanto o LED de luz azul foram bem eficazes na atração
385 desses insetos. Em se tratando em quantidade de espécimes o LED azul se sobressaiu
386 em relação ao LED verde, o mesmo resultado foi observado nos trabalhos de Bentley et
387 al. (2009) quando usou atrativos luminosos com auxílio de cartões pegajosos para
388 capturar mosquitos em caixas de repouso onde observou um maior número de
389 espécimes atraídos por LEDs azuis seguidos por verde, vermelho e infravermelho.
390 Entretanto esses resultados se contrapõe aos trabalhos de Silva et al. (2015a, 2015b e
391 2016) no qual o LED verde se mostrou mais atraente e eficiente em relação ao LED
392 azul, podendo esse resultado ser explicado pelo efeito da intensidade, pois nos trabalhos
393 de Silva et al. o LED verde possuía uma intensidade luminosa de 15.000mCD enquanto
394 o LED azul apresentava uma menor intensidade de 6.000mCD mostrando que o LED
395 verde era mais intenso quanto a luminosidade por isso atraiu mais flebotomíneos.

396 Corroborando com o estudo atual outros trabalhos como Barr et al. (1963)
397 conclui que a luz mais intensa atrai mais mosquitos que a luz com menor intensidade e
398 que a cor tem pouco efeito sobre a atração do mosquito para a armadilha, através do
399 trabalho no qual utilizou várias lâmpadas coloridas de diferentes intensidades (lâmpadas
400 de 100W, 60W e 25W) para capturar mosquitos (*Anopheles* e *Aedes*). No entanto em
401 seu trabalho ele usou a potência (watts) para se tratar de intensidade luminosa (mCD),
402 diferentemente do presente estudo que de fato utilizou a intensidade luminosa para
403 explicar o efeito sobre a atração dos flebotomíneos.

404 Segundo Briscoe e Chittka. (2001) a luz vermelha é invisível para a maioria
405 dos insetos, no entanto nos estudos de Hoel et al. (2007) aconteceu algo inesperado para
406 os autores, pois o LED vermelho atraiu mais flebotomíneos que o LED azul e o LED
407 verde. Essa prevalência pode ser explicada pela intensidade do LED de luz vermelha
408 (1.800mCD) que favoreceu a atração de mais mosquitos, devido esta intensidade ser
409 superior a que foi usada no LED verde (1.500mCD) e LED azul (650mCD). Como foi
410 observado nesses estudos, a intensidade tem um grande efeito na atratividade dos
411 insetos.

412 O atual estudo mostra a influência da intensidade luminosa na captura de
413 flebotomíneos, comprovando que conforme aumenta-se a intensidade mais espécimes
414 são atraídos tanto nos LEDs de cor verde quanto nos LEDs de cor azul, sendo possível
415 observar um crescimento gradual do número de flebotomíneos a medida que aumentou
416 a intensidade luminosa de cada LED tanto de luz verde quanto do azul, corroborando
417 estudos anteriores (Hoel et al. 2007, Silva et al. 2015a, 2015b, 2016), mostraram que
418 não é só cor que influencia na atração, mas também a intensidade luminosa.

419 A intensidade luminosa é um fator relevante para atração de flebotomíneos, e
420 na medida em que aumenta a intensidade a tendência é atrair mais insetos. Portanto, é
421 de grande importância entender os diferentes tipos de atratividade quanto a intensidade
422 luminosa, visto que isso irá adicionar mais dados sobre a biologia e comportamento das
423 diferentes espécies de flebotomíneos em seu habitat e entender também quais os fatores
424 que podem influenciar na eficiência da armadilha. Os resultados aqui obtidos irão
425 auxiliar no direcionamento dos programas de monitoramento e controle de insetos
426 vetores, pois poderemos usar a intensidade luminosa para atrair e capturar mais
427 flebotomíneos.

428 **Agradecimentos**

429 Ao Sr. Benedito e sua família que nos cedeu sua propriedade para realizar este
430 estudo.

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452 **Referências Citadas**

- 453 **Alexander, B. 2000.** Sampling methods for phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol.*
454 14: 109-122.
- 455 **Alvar, J., D. I. Vélez, C. Bern, M. Herrero, P. Desjeux, J. Cano, J. Jannin, M. Boer,**
456 **WHO. 2012.** Leishmaniasis Control Team. Leishmaniasis Worldwide and
457 Global Estimates of Its Incidence. *PloS One.* 7: 35671.
- 458 **Andrade Filho, J. D., M. B. Valente, W. A. Andrade, R. P. Brazil e A. L. Falcão.**
459 **2001.** Flebotomíneos do Estado de Tocantins, Brasil (Diptera: Psychodidae).
460 *Rev Soc Bras Med Trop.* 34: 323-329.
- 461 **Barr, A. R., T. A. Smith, M. Boreham, K. E. White. 1963.** Evaluation of some factors
462 affecting the efficiency of light traps on collecting mosquitoes. *J Econ Entomol.*
463 56:123–127.
- 464 **Bentley, M. T., P. E. Kaufman, D. L. Kline, e J. A. Hogsette. 2009.** Response of
465 adult mosquitoes to light-emitting diodes placed in resting boxes and in the field.
466 *J. of Am Mosq Control Assoc.* 25(3): 285-291.
- 467 **Bishop, A. L., R. Worrall, L. J. Spohr, H. J. Mckenzie, I. M. Barchia. 2004.**
468 Improving light-trap efficiency for *Culicoides spp* with light-emitting diodes.
469 *Vet Ital.* 40: 266-269.
- 470 **Birscoe, A. D., e L. Chittka. 2001.** The evolution of color vision in insects. *Annu Rev*
471 *of Entomol.* 06: 471-510.
- 472 **Brasil, 2006.** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de
473 Vigilância Epidemiológica. Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose
474 Visceral. Brasília.
- 475 **Brazil, R. P., A. A. F. Rodrigues e J. D. Andrade-Filho. 2015.** Sand fly vectors of
476 *Leishmania* in the Americas-a mini review. *Entomol Ornithol Herpetol.* 4: 144.
- 477 **Cohnstaedt, L., J. I. Gillen, e L. E. Munstermann. 2008.** Light-Emitting diode
478 technology improves insect trapping. *J. Am Mosq Assoc.* 24: 331–334.
- 479 **Colacicco-Mayhugh, M. G., P. M. Masuoka, J. P. Grieco. 2010.** Ecological niche
480 model of *Phlebotomus alexandri* and *P. papatasi* (Diptera: Psychodidae) in the
481 Middle East. *Int J Health Geogr, London.* 9(2): 1-9.
- 482 **Desjeux, P. 2004.** Leishmaniasis: current situation and new perspectives. *Comp*
483 *Immunol Microbiol Infect Dis.* 27(5): 305-18.

- 484 **Dias-Lima, A. G., M. L. S. Guedes, I. A. Sherlock. 2003.** Horizontal stratification of
485 the sand fly fauna (Diptera: Psychodidae) in a transitional vegetation between
486 Caatinga and Tropical rain forest, state of Bahia, Brazil. *Mem Inst Oswaldo*
487 *Cruz.* 98: 733-737.
- 488 **Faiman, R., R. Cuno, A. Warburg. 2009.** Comparative efficacy of three suction traps
489 for collecting phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in open habitats. *J*
490 *Vector Ecol.* 34: 114-118.
- 491 **Feliciaangeli, M. D. 2004.** Natural breeding places of Phlebotominae sandflies. *Med*
492 *Vet Entomol.* 18: 71-80.
- 493 **Galati, E. A. B. 2003.** Morfologia e taxonomia. Morfologia, terminologia de adultos e
494 identificação dos táxons da America. In EF Rangel, R Lainson, Flebotomíneos
495 do Brasil, Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 53-175.
- 496 **Guimarães, R. B., B. Casagrande, P. S. S. Matsumoto, e M. F. Pedroso. 2014.**
497 ESTUDOS BIOGEOGRÁFICOS E SAÚDE AMBIENTAL: a escolha adequada
498 de armadilhas para a captura de flebotomíneos. V CONGRESSO
499 INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE Geografia da saúde:
500 ambientes e sujeitos sociais no mundo globalizado. Disponível em:
501 <http://www.researchgate.net/publication/272563741>.
- 502 **Hoel, D. F., J. F. Butler, E. Y. Fawas, N. Watany, S. S. El-Hossary, J. Villinski.**
503 **2007.** Response of phlebotomine sand flies to light-emitting diodemodified light
504 traps in southern Egypt. *J Vector Ecol.* 32: 302-308.
- 505 **IBAMA. 2006.** Laudo socioeconômico e biológico para a criação da reserva de chapada
506 limpa. Gerência Executiva I IBAMA- Maranhão. Centro Nacional de
507 Populações Tradicionais – CNPT/MA, 80p.
- 508 **Maroli, M., M. D. Feliciangeli, L. Bichaud, R. N. Charrel, e L. Grandoni. 2013.**
509 Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of
510 public health concern. *Med Vet Entomol.* 27: 123-147.
- 511 **Martins, L.M., J. M. M. Rebêlo, M. C. F. V. Santos, J. M. L. Costa, A. R. Silva, L.**
512 **A. Ferreira. 2004.** Ecoepidemiologia da leishmaniose tegumentar no Município
513 de Buriticupu, Amazônia do Maranhão, Brasil, 1996 a 1998. *Cad. Saúde*
514 *Pública.* 20: 735-743.
- 515 **Mellor, H. E., J. G. C. Hamilton. 2003.** Navigation of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera:
516 Psychodidae) under dusk or starlight conditions. *Bul. Entomol Res.*, Farnham
517 Royal. 93: 315-322.

- 518 **Nogueira, V. F. B., M. F. Correia, V. S. Nogueira. 2012.** Impacto do Plantio de Soja e
519 do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de
520 Chapadinha-MA. Rev Bras Geog Fis. 03: 708-724.
- 521 **OPAS/OMS - Organização Panamericana de Saúde/Organização Mundial de**
522 **Saúde. Mundo, 2014.** Disponível em: [http://sinus.org.br/2014/wp-](http://sinus.org.br/2014/wp-content/uploads/2013/11/OMS-Guia-Online.pdf)
523 [content/uploads/2013/11/OMS-Guia-Online.pdf](http://sinus.org.br/2014/wp-content/uploads/2013/11/OMS-Guia-Online.pdf).
- 524 **Pinto, M. C., K. Barbieri, M. C. E. Silva, M. A. S. Graminha, C. Casanova, A. J.**
525 **Andrade, A. E. Eiras. 2011.** Octenol as attractant to *Nyssomyia neivai* (Diptera:
526 Psychodidae: Phlebotominae) in the Field. J of Med Entomol. 48(1): 39-44.
- 527 **Pugedo, H., R. A. Barata, J. C. França-Silva, J. C. Silva, e E. S. Dias. 2005.** HP: um
528 modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos
529 insetos. Rev Soc Bras Med Trop. 38: 70-72.
- 530 **Queiroz, M. F. M., J. R. Varjão, S. C. Moraes, G. E. Salcedo. 2012.** Analysis of
531 sandflies (Diptera: Psychodidae) in Barra do Garças, State of Mato Grosso,
532 Brazil, and the influence of environmental variables on the vector density of
533 *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912). Rev Soc Bras Med Trop, Uberaba.
534 45(3): 313-317.
- 535 **Quinnell, R. J., C. Dye. 1994.** An experimental study of the peridomestic distribution
536 of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera:Psychodidae). Bull. Ent. Res. 84: 379-382.
- 537 **Ready, P. 2013.** Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. Annu
538 Ver Entomol. 58: 227-250.
- 539 **Rebêlo, J. M. M. 1999.** Flebótomos vetores das leishmanioses. Manual para técnicos e
540 profissionais da área de saúde. Universidade Federal do Maranhão – Depto. de
541 Biologia. São Luis.
- 542 **Rebêlo, J. M. M., A. N. Assunção Junior, O. Silva. 2010.** Ocorrência de
543 flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em focos de leishmanioses, em área de
544 ecoturismo do entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil.
545 Cad Saúde Pública, Rio de Janeiro. 26(1): 195-198.
- 546 **Serrano-Domínguez, A. K., O. F. Mikery-Pacheco, A. Castillo-Vera. 2015.** Resposta
547 de *Lutzomyia cruciata* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) a diferentes
548 longitudes de onda de luz em condições de laboratório. Entomol Mex. 2: 491-497.
- 549 **Sharma, U., S. Singh. 2008.** Insect vectors of *Leishmania*: distribution, physiology and
550 their control. J Vector Borne Dis. 45: 255-272.

- 551 **Sherlock, I. A. 2003.** Importância Médico-Veterinária. In: RANGEL, E. F.; LAINSON,
552 R. (Org.). Flebotomíneos do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. cap. 1, p.
553 15-22.
- 554 **Silva, F. S. 2007.** Patologia e patogênese da leishmaniose visceral canina. R Trop Ci
555 Agr e Biol. 1(1): 20. R. Trop. Ci. Agr. Biol.
- 556 **Silva, F. S., L. P. C. Carvalho, F. P. Cardozo, J. L. P. Moraes, e J. M. M. Rebêlo.**
557 **2010.** Sand flies (Diptera: Psychodidae) in a cerrado area of the Maranhão state,
558 Brazil. Neotrop Entomol. 39: 1032–1038.
- 559 **Silva, F. S., L. P. C. Carvalho, e J. M. Souza. 2012.** Flebotomíneos (Diptera:
560 Psychodidae) associados a abrigos de animais domésticos em área rural do
561 nordeste do estado do Maranhão, Brasil. Rev Patol Trop. 41: 337-347.
- 562 **Silva, F. S., J. M. Brito, B. M. Costa-neta, e S. E. P. D. Lobo. 2015a.** Evaluation of
563 light-emitting diodes as attractant for sandflies (Diptera: Psychodidae:
564 Phlebotominae) in northeastern Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
565 110(6): 801-803.
- 566 **Silva, F. S., J. M. Brito, e B. M. Costa-neta. 2015b.** Field evaluation of light-emitting
567 diode as attractant for blood-sucking midges of the genus *Culicoides* Latreille
568 (Diptera: Culicomorpha, Ceratopogonidae) in the Brazilian savanna. Entomol
569 News. 125: 1-6.
- 570 **Silva, F. S., A. A. Silva, J. M. M. Rebêlo. 2016.** An evaluation of light-emiting (LED)
571 traps at capturing Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) in a livestock
572 área in Brazil. J of Med Entomol. 0(0): 1-5.
- 573 **Sinan net. 2016.** Sistema de Informação de Agravos de Notificação/ Ministério da
574 Saúde. Disponível em: <http://portalweb04.saude.gov.br/>.
- 575 **WHO, 2010.** Control of the leishmaniasis. World Health Organization Technical
576 Report Series.
- 577
- 578
- 579
- 580
- 581
- 582
- 583
- 584

585 **Lista de Tabelas**

586 **Tabela 1.** Espécies de flebotomíneos coletados nas duas áreas. N = Número de
587 Indivíduos; F = Fêmea; M = Macho; % = Porcentagem.

588 **Tabela 2.** Distribuição de flebotomíneos por LED verde e LED azul. N = Número de
589 Indivíduos; F:M = Fêmea/Macho – Razão Sexual, Total e Porcentagem (%).

590 **Tabela 3.** Coleção de flebotomíneos do LED verde nas três intensidades luminosas
591 (10.000mCD, 15.000mCD e 20.000mCD). N = Número de Indivíduos; F:M =
592 Fêmea/Macho – Razão Sexual, Total e Porcentagem (%).

593 **Tabela 4.** Coleção de flebotomíneos do LED azul nas três intensidades luminosas
594 (4.000mCD, 12.000mCD e 15.000mCD). N = Número de Indivíduos; F:M =
595 Fêmea/Macho – Razão Sexual, Total e Porcentagem (%).

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610 **Tabela 1.**

ESPÉCIES	N	F	M	%
<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912)	1673	1118	555	(52,48%)
<i>Evandromyia evandroi</i> (Costa Lima & Antunes, 1936)	1049	492	557	(32,90%)
<i>Micropygomyia goiana</i> (Martins, Falcão & Silva, 1962)	311	196	115	(9,76%)
<i>Evandromyia termitophila</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	91	60	31	(2,85%)
<i>Nyssomyia whitmani</i> (Antunes & Coutinho, 1939)	43	11	32	(1,35%)
<i>Sciopemyia sordellii</i> (Shannon & Del Ponte, 1927)	9	6	3	(0,28%)
<i>Sciopemyia servulolimai</i> (Damasceno & Causey, 1945)	3	3	0	(0,09%)
<i>Barrettomyia teratodes</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	2	2	0	(0,06%)
<i>Evandromyia saulensis</i> (Floch & Abonnenc, 1944)	2	2	0	(0,06%)
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i> (Mangabeira, 1942)	2	2	0	(0,06%)
<i>Psathyromyia shannoni</i> (Dyar, 1929)	1	0	1	(0,03%)
<i>Evandromyia lenti</i> (Mangabeira, 1928)	1	0	1	(0,03%)
<i>Brumptomyia sp</i> (França & Parrot, 1921)	1	1	0	(0,03%)
TOTAL	3188	1893	1295	(100%)
%	100%	59,38%	40,62%	

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621 **Tabela 2.**

ESPÉCIES	VERDE		AZUL		TOTAL (%)
	N	F:M	N	F:M	
<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912)	630	2,0:1	1043	2,0:1	1673 (52,48%)
<i>Evandromyia evandroi</i> (Costa Lima & Antunes, 1936)	436	1:1,3	613	1:1,2	1049 (32,90%)
<i>Micropygomyia goiana</i> (Martins, Falcão & Silva, 1962)	114	1,5:1	197	1,9:1	311 (9,76%)
<i>Evandromyia termitophila</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	27	1,5:1	64	2,2:1	91 (2,85%)
<i>Nyssomyia whitmani</i> (Antunes & Coutinho, 1939)	18	1:2,6	25	1:3,2	43 (1,35%)
<i>Sciopemyia sordellii</i> (Shannon & Del Ponte, 1927)	2	1:1	7	2,5:1	9 (0,28%)
<i>Sciopemyia servulolimai</i> (Damasceno & Causey, 1945)	1	1:0	2	2:0	3 (0,09%)
<i>Barrettomyia teratodes</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	-	-	2	2:0	2 (0,06%)
<i>Evandromyia saulensis</i> (Floch & Abonnenc, 1944)	1	1:0	1	1:0	2 (0,06%)
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i> (Mangabeira, 1942)	2	2:0	-	-	2 (0,06%)
<i>Psathyromyia shannoni</i> (Dyar, 1929)	1	0:1	-	-	1 (0,03%)
<i>Evandromyia lenti</i> (Mangabeira, 1928)	-	-	1	0:1	1 (0,03%)
<i>Brumptomyia sp</i> (França & Parrot, 1921)	-	-	1	1:0	1 (0,03%)
TOTAL	1232	1,3:1	1956	1,5:1	3188 (100%)
%	38,64%		61,36%		100%

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637 **Tabela 3.**

ESPÉCIES	LED VERDE						TOTAL (%)
	10.000		15.000		20.000		
	N	F:M	N	F:M	N	F:M	
<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912)	123	2,1:1	243	2,2:1	264	1,8:1	630 (51,14%)
<i>Evandromyia evandroi</i> (Costa Lima & Antunes, 1936)	105	1,6:1	156	1:1,3	175	1:1,2	436 (35,39%)
<i>Micropygomyia goiana</i> (Martins, Falcão & Silva, 1962)	18	2:1	35	1,7:1	61	1,3:1	114 (9,25%)
<i>Evandromyia termitophila</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	7	1,3:1	9	1,3:1	11	1,8:1	27 (2,19%)
<i>Nyssomyia whitmani</i> (Antunes & Coutinho, 1939)	-	-	7	1:6	11	1:1,8	18 (1,46%)
<i>Bichromomyia flaviscutellata</i> (Mangabeira, 1942)	-	-	1	1:0	1	1:0	2 (0,16%)
<i>Sciopemyia sordellii</i> (Shannon & Del Ponte, 1927)	-	-	-	-	2	1:1	2 (0,16%)
<i>Evandromyia saulensis</i> (Floch & Abonnenc, 1944)	-	-	1	1:0	-	-	1 (0,08%)
<i>Sciopemyia servulolimai</i> (Damasceno & Causey, 1945)	-	-	-	-	1	1:0	1 (0,08%)
<i>Psathyromyia shannoni</i> (Dyar, 1929)	-	-	-	-	1	0:1	1 (0,08%)
TOTAL	253	1,8:1	452	1,4:1	527	1,3:1	1232 (100%)
%	20,53%		36,69%		42,78%		100%

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654 **Tabela 4.**

ESPÉCIES	LED AZUL						TOTAL (%)
	4.000		12.000		15.000		
	N	F:M	N	F:M	N	F:M	
<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912)	220	1,9:1	410	2,1:1	413	2,0:1	1043 (53,32%)
<i>Evandromyia evandroi</i> (Costa Lima & Antunes, 1936)	176	1:1,1	207	1:1,3	230	1:1,2	613 (31,34%)
<i>Micropygomyia goiana</i> (Martins, Falcão & Silva, 1962)	79	1,6:1	53	2,1:1	65	2,0:1	197 (10,07%)
<i>Evandromyia termitophila</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	18	5:1	18	1:1	28	2,5:1	64 (3,27%)
<i>Nyssomyia whitmani</i> (Antunes & Coutinho, 1939)	9	1:2	13	1:3,3	3	0:3	25 (1,28%)
<i>Sciopemyia sordellii</i> (Shannon & Del Ponte, 1927)	3	2:1	1	1:0	3	2:1	7 (0,36%)
<i>Sciopemyia servulolimai</i> (Damasceno & Causey, 1945)	1	1:0	1	1:0	-	-	2 (0,10%)
<i>Barrettomyia teratodes</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	1	1:0	-	-	1	1:0	2 (0,10%)
<i>Evandromyia saulensis</i> (Floch & Abonnenc, 1944)	-	-	1	1:0	-	-	1 (0,05%)
<i>Evandromyia lenti</i> (Mangabeira, 1928)	1	0:1	-	-	-	-	1 (0,05%)
<i>Brumptomyia sp</i> (França & Parrot, 1921)	-	-	1	1:0	-	-	1 (0,05%)
TOTAL	508	1,4:1	705	1,5:1	743	1,5:1	1956 (100%)
%	25,97%		36,04%		37,99%		100%

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670 **Lista de Figuras**

671 **Fig. 1.** Média de Indivíduos capturados por LED verde e LED azul.

672 **Fig. 2.** Média de Indivíduos por relação sexual fêmea e macho.

673 **Fig. 3.** Média de Indivíduos capturados no LED verde com diferentes intensidades
674 luminosas (10.000mCD, 15.000mCD e 20.000mCD).

675 **Fig. 4.** Média de Indivíduos capturados no LED azul com diferentes intensidades
676 luminosas (4.000mCD, 12.000mCD e 15.000mCD).

677 **Fig. 5.** Correlação entre as variáveis (nº Indivíduos e Intensidade Luminosa) do LED
678 Verde.

679 **Fig. 6.** Correlação entre as variáveis (nº Indivíduos e Intensidade Luminosa) do LED
680 Azul.

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

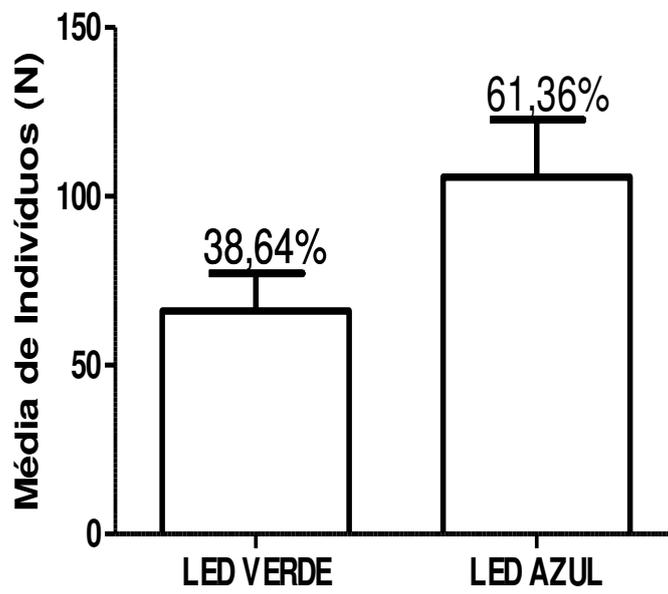
692

693

694 **Fig. 1.**

695

696



697

698

699

700

701

702

703

704

705

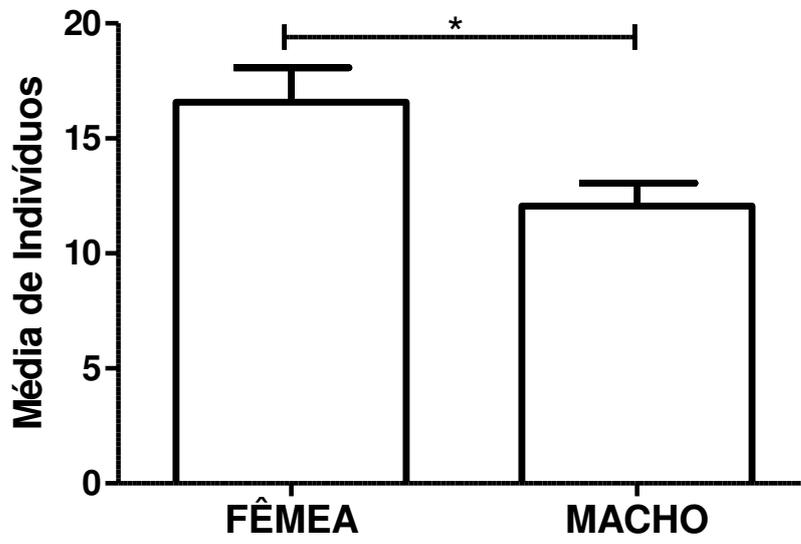
706

707

708

709

710 Fig. 2.



711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

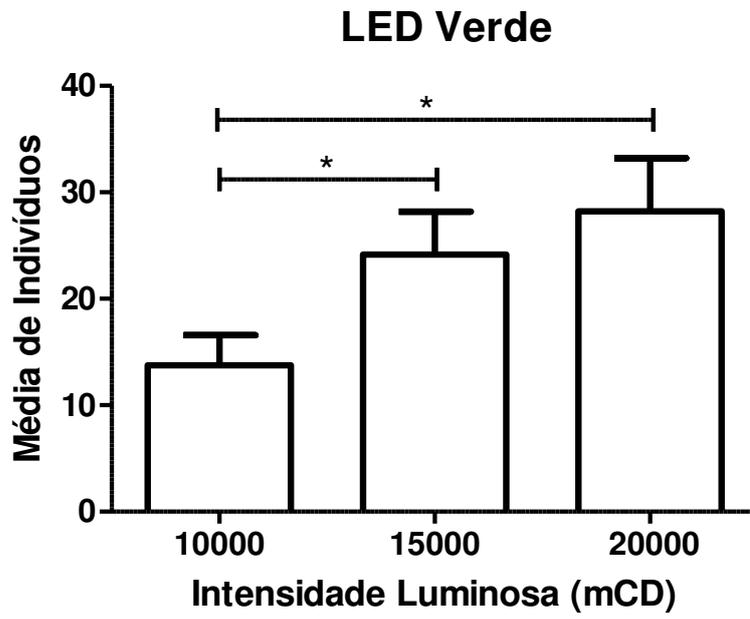
722

723

724

725

726 Fig. 3.



727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

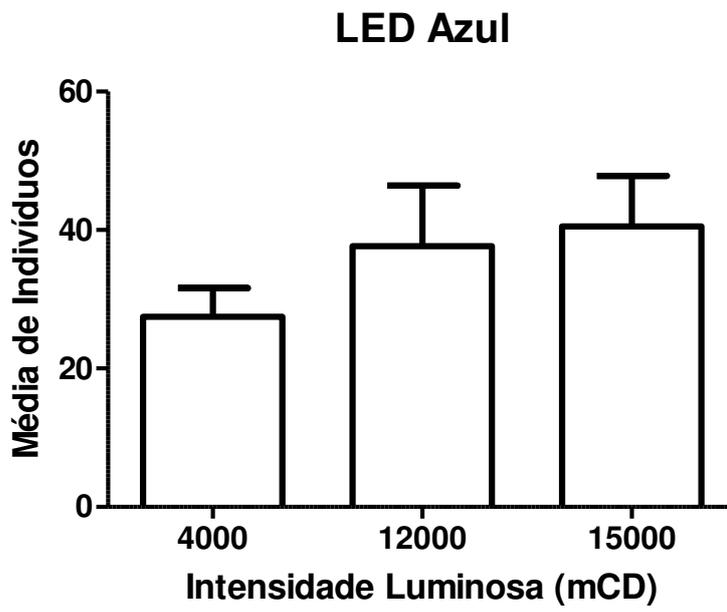
737

738

739

740

741 Fig. 4.



742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

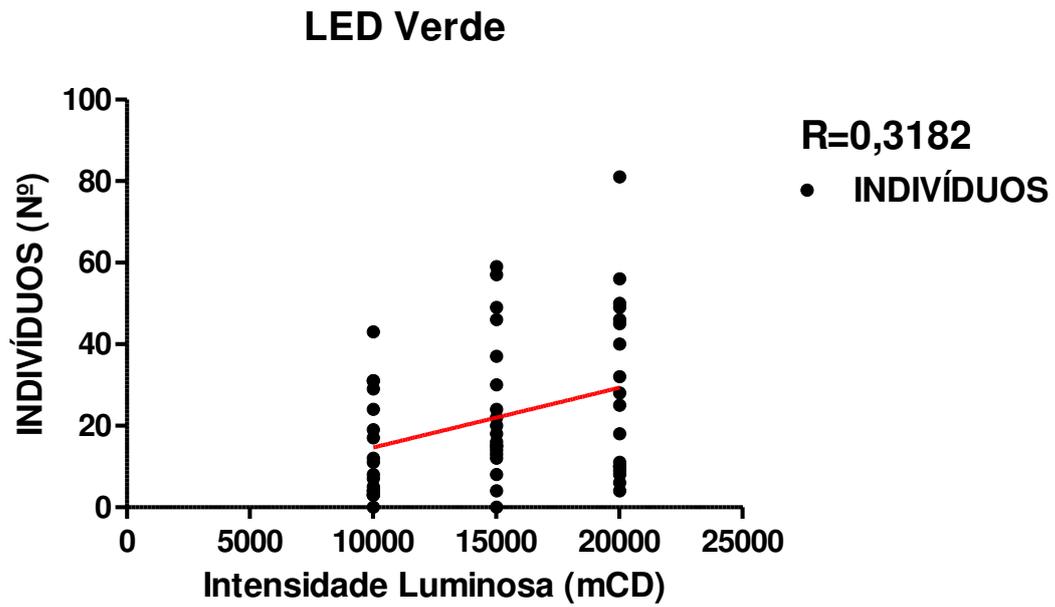
752

753

754

755

756 Fig. 5.



757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

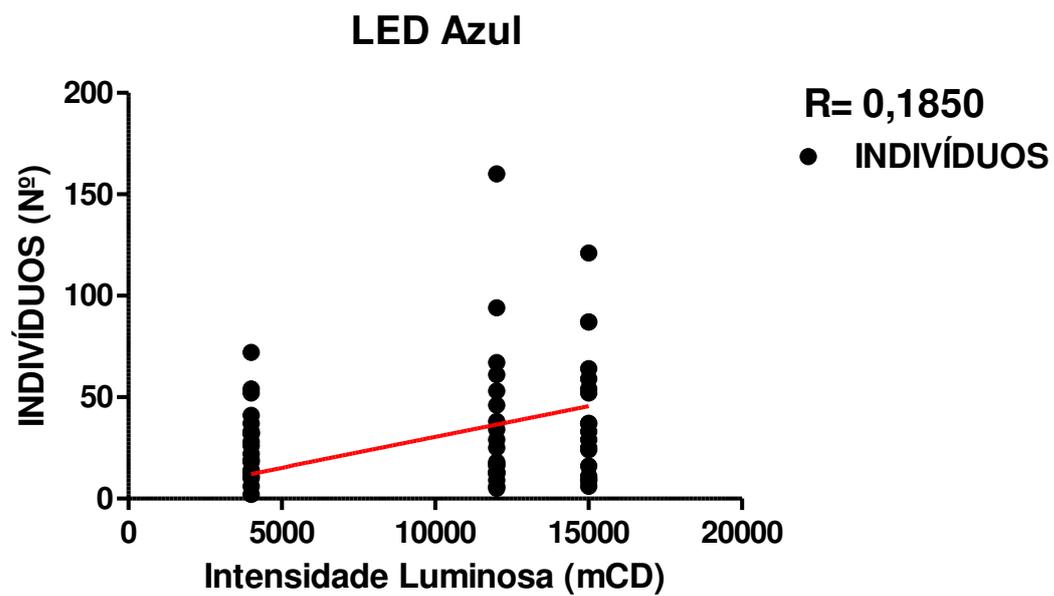
768

769

770

771

772 Fig. 6.



773

774

775

776

777

778

779

780

MANUSCRIPT PREPARATION

SUBMIT YOUR MANUSCRIPT

You can submit your manuscript using our online submission system, ScholarOne.

MANUSCRIPT PREPARATION

In order to comply with the requirements of the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN) with regard to nomenclatural works, ALL articles, regardless of whether they include nomenclatural information, that are published in *Annals of the Entomological Society of America* will be immutable from October 1, 2015; this means that no changes will be allowed to any article without the publication of an erratum clearly stating the changes that have been made. Therefore, it is the responsibility of the authors to carefully check their proofs for accuracy, and to notify the publisher of any changes that are necessary prior to Advance Access publication.

You will be asked during the submission process whether your article contains a nomenclatural act. If it does, in order to comply with ICZN regulations, the Editorial Office will register your article in ZooBank on your behalf and will insert a nomenclatural statement, which includes a Life Science Identifier (LSID), into the article. Your article will also include the online publication date, and the statement “Version of Record, first published online [online publication date], with fixed content and layout in compliance with Art. 8.1.3.2 ICZN.” Following publication, the Editorial Office will update your ZooBank entry with the DOI, Volume, and Issue information.

Order of Elements

Order of Elements are as follows: title page; Abstract and key words; introduction (no heading); Materials and Methods; Results; Discussion (or Results and Discussion); Acknowledgments; References Cited; footnotes; tables; figure legends; and figures.

The introduction should clearly state the basis of your study along with the background of the problem and a statement of purpose. The Materials and Methods section should include a clear and concise description of the study design, experimental execution, materials, and method of statistical analysis. Results should be clearly differentiated from the interpretation of your findings in the Results section or within the Results and Discussion. Cite tables and figures in numerical order as they should appear in the text. Include suggestions for direction of future studies, if appropriate.

Title Page The title page should include the name, complete address, phone number, fax number, and e-mail address of corresponding author.

Include a running head of <65 characters, including author names. *Example:* Smith and Jones: Biological Control of *C. capitata* (no period). For more than two authors, use the senior author's name followed by et al. *Example:* Smith et al.: Biological Control of *C. capitata* (no period).

Include the section of the journal.

The title should be concise and informative. Include either the ESA approved common name of the subject or its scientific name, but not both. Common names used in the title must be listed in the ESA Common Names of Insects & Related Organisms. Do not include authors of scientific names in the title. Do not capitalize the following words in the title or subheadings: a, an, and, as, at, be, by, for, in, of, on, per, to, the. Insert (Order: Family) immediately after the name of the organism.

Affiliation line includes a complete address. If appropriate, designate current addresses for all authors by numbered footnotes (superscripted numbers) placed at the bottom of the title page. *Example:*

¹Department of Entomology, University of Colorado, 345 East 7th Street, Denver, CO 78095.

Include all authors' names below the title. Footnote numbers are placed outside commas in multi-authored articles.

Abstract On a separate page, provide an abstract of fewer than 250 words. Give scientific name and authority at first mention of the subject organism. Do not cite references, figures, tables, probability levels, or results. Refer to results only in the general sense.

Keywords Place three to five keywords, separated by commas, on a line below the abstract. Use only singular words/nouns. Spell out scientific names (e.g., spell out *Aedes albopictus* instead of *Ae. albopictus*). Do not combine different subjects as one key word (e.g., "pesticides and grass," should be two separate keywords, "pesticide, grass." Do not use scientific names and common name at the same time as one key word [e.g., use "coffee, *Coffea Arabica*" (as 2 key words) instead of coffee (*Coffea Arabica*). Optional foreign language abstract: All articles will have an English abstract. However, to encourage international communication, authors may include a second abstract in a language other than English. (Spanish, French, German, Russian, Portuguese, Chinese, or Japanese are accepted.) It is the author's responsibility to provide an accurate, and grammatically correct non-English version. Do not repeat the keywords.

Heading Levels *First-level headings* are centered and boldfaced on their own line. Initial capital letters. Used to divide the manuscript into major sections (e.g., Materials and Methods, Results).

Second-level headings are flush left, boldface, and are also on their own line with initial capital letters. Second-level headings are rarely used except in taxonomic articles where multiple levels of headings may be necessary.)

Third-level headings are boldfaced, paragraph indented, have initial capital letters, and are followed by a period. Third-level headings are used to divide first-level sections into smaller sections.

Fourth-level headings are italicized (but not boldfaced), paragraph indented, have initial capital letters, follow immediately after a third-level heading or start a new paragraph, and are followed by a period. Fourth-level headings are used to divide third-level sections into smaller sections.

In-Text Citations

Single Author (Smith 1993)

Two Authors (Smith and Jones 1993)

Multiple Citations (Smith 1996, Smith et al. 1997, Jones 1998)

Multiple Publications by Same Author(s) (Smith et al. 1995a, 1995b, 1997; Jones 1996)

Personal Communications (Jones 1988; L. J. Smith, personal communication). Obtain and forward (at submission) a letter of permission to use citations to personal communications (from those other than authors).

Unpublished Data

(L.J.S., unpublished data) for one author or (unpublished data) for all authors. Obtain and forward (at submission) a letter of permission to use citations to unpublished data (from those other than authors).

In Press (Smith 1997) for in press, cite projected year of publication.

Software (PROC GLM, SAS Institute 1999) for software user's manual.

Manufacturers In parentheses, provide manufacturer's name and location (city, state) and model number of relevant materials and equipment. Example: (Model 3000, LICOR, Lincoln, NE). Use generic names when possible (e.g., self-sealing plastic bags).

Reporting Requirements for Statistical Tests

All data reported (except for descriptive biology) must be subjected to statistical analysis. Descriptive biology should include information such as sample sizes and

number of replications. Authors are responsible for the statistical method selected and for the accuracy of their data. Authors should be able to justify the use of a particular statistical test when requested by an editor. Results of statistical tests may be presented in the text, in tables, and in figures. Statistical methods should be described in Materials and Methods with appropriate references. Experimental designs should also be described fully in Materials and Methods. Descriptions should include information such as sample sizes and number of replications. See specific section in this style guide for suggestions on formatting statistical results. Only *t*-tests and analyses of variance require no citation. Cite the computer program user's manual in the References Cited.

Probit/logit When presenting results of probit/logit analysis, these columns should be included in tables (in this order, left to right); *n*, slope + SE, LD (or LC) (95% CL), and chi-square. When a ratio of one LD versus another is given, it should be given with its 95% CI.

Statistical tests to show what model best fits data intended to estimate the 99.9986% level of effectiveness should be presented to justify use of any model, including the probit model. Thus, we do not recommend use of the Probit 9 without tests to show that the probit model fits the data.

Analysis of Variance or *t*-test

When presenting the results of analysis of variance or a *t*-test, specify *F* (or *t*) values, degrees of freedom, and *P* values. This information may be placed in parentheses in the text. Example: (*F* = 9.26; *df* = 4, 26; *P* < 0.001). If readability of the text is affected by the presence of repeated parenthetical statistical statements, place them in a table.

Regression In regressions, specify the model, define all variables, and provide estimates of variances for parameters and the residual mean-square error. Italicize variables in equations and text.

Variance and sample size Include an estimate of the variance and sample size for each mean regardless of the method chosen for unplanned multiple comparisons. The use of Duncan's Multiple Range Test (DMRT) is not acceptable as a *mean separation test* as it is no longer commonly accepted as a method for *post hoc* mean separation analysis.

Model Analysis

At the beginning of the manuscript, authors should state clearly the goals of their model construction and analysis. Evaluation by reviewers depends upon these goals and the type of model. Authors should attempt to describe the main conclusions, limitations,

and sensitivity of results to assumptions. For stochastic models, describe the variability in the results.

Dates Use Roman numerals I through XII to designate month of collection. Use Arabic numerals 00 through 99 to designate collection years in the 20th century. Do not abbreviate other years, including the 21st century. Express data in this format: day-month (use a Roman numeral)-year. Example: 2-V-97.

Voucher Specimens

Voucher specimens of arthropods serve as future reference for published names used in scientific publications. Although the deposition of voucher specimens is not required as a condition for publication, authors are encouraged to deposit specimens in an established, permanent collection and to note in the published article that the expected deposition has been made and its location. Authors should contact the curator of a voucher repository before deposition concerning the procedures required for curation to ensure that the collection will accept the voucher materials. The designation and proper labeling of voucher specimens is the author's responsibility. When available, at least three specimens should be deposited. Each specimen should have the following information provided at the time of deposition:

- Standard label data that are required for the specimens collection (i.e., locality, date of collection, collector, host, ecological data, whether the specimen is from a laboratory collection, etc.).
- An identification label that includes the identifier and date of identification.
- A label that designates the specimen as "voucher."

Acknowledgments Place the acknowledgments after the text. Organize acknowledgments in paragraph form in the following order: persons (omit all professional titles and degrees), groups, granting institutions, grant numbers, and serial publication number.

REFERENCES CITED Cite only those articles published or formally accepted for publication (in press). Include all references mentioned in text. Include enough information to allow reader to obtain cited material (e.g., book and proceedings citations must include name and location [city and state or country] of publisher).

Abbreviate journal titles according to the most recent issue of BIOSIS Serial Sources. For non-English titled journals that are cited in the references, the title of the journal should be spelled out, and not abbreviated. Systematics-related articles may specify that

all serial titles be spelled out for final publication. Citations and References should not be numbered.

Alphabetical order (chronological for one author or more than two authors, and alphabetical order [by surname of second author] for two authors)

Journal Articles

Evans, M. A. 2000. Article title: subtitle (begin with lowercase after colon or dash unless first word is a proper noun). J. Abbr. 00:000–000.

Evans, M. A. 2001a. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A. 2001b. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., and R. Burns. 2001. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., and A. Tyler. 2001. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., A. Tyler, and H. H. Munro. 2000. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., R. Burns, and A. A. Dunn. 2001. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

In Press

Evans, M. A. 2002. Article title. J. Econ. Entomol. (in press).

Books

Burns, R. 2001. Title (initial cap only): subtitle (no initial cap after colon). Publisher, city, state abbreviation or country.

Evans, M. A. 2001. Colorado potato beetle, 2nd ed. Publisher, city, state abbreviation or country.

Tyler, A. 2001. Western corn rootworm, vol. 2. Publisher, city, state abbreviation or country.

Article/Chapter in Book

Tyler, A. 2001. Article or chapter title, pp. 000–000. *In* T.A.J. Royer and R. B. Burns (eds.), Book title. Publisher, city, state abbreviation or country.

Tyler, A., R.S.T. Smith, and H. Brown. 2001. Onion thrips control, pp. 178–195. *In* R. S. Green and P. W. White (eds.), Book title, vol. 13. Entomological Society of America, Lanham, MD.

No Author Given

(USDA) U.S. Department of Agriculture. 2001. Title. USDA, Beltsville, MD.

(IRRI) International Rice Research Institute. 2001. Title. IRRI, City, State or Country.

Patents

Harred, J. F., A. R. Knight, and J. S. McIntyre, inventors; Dow Chemical Company, assignee. 1972 Apr 4. Epoxidation process. U.S. patent 3,654,317.

Proceedings

Martin, P. D., J. Kuhlman, and S. Moore. 2001. Yield effects of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) feeding, pp. 345–356. *In* Proceedings, 19th Illinois Cooperative Extension Service Spray School, 24–27 June 1985, Chicago, IL. Publisher, City, State.

Rossignol, P. A. 2001. Parasite modification of mosquito probing behavior, pp. 25–28. *In* T. W. Scott and J. Grumstrup-Scott (eds.), Proceedings, Symposium: the Role of Vector-Host Interactions in Disease Transmission. National Conference of the Entomological Society of America, 10 December 1985, Hollywood, FL. Miscellaneous Publication 68. Entomological Society of America, Lanham, MD.

Theses/Dissertations

James, H. 2001. Thesis or dissertation title. M.S. thesis or Ph.D. dissertation, University of Pennsylvania, Philadelphia.

Software

SAS Institute. 2001. PROC user's manual, version 6th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Online Citations

Reisen, W. 2001. Title. Complete URL (protocol://host.name/path/file.name) and/or DOI (Digital Object Identifier)

Tables Place tables after the References Cited section. Double-space and number all tables. Boldface table title. Do not repeat data already presented in text. If a table continues on more than one page, repeat column headings on subsequent page(s).

Title Title should be short and descriptive. Boldface table number and title only. Include "means + SEM" in title if applicable. Do not footnote title; use the unlettered first footnote to include general information necessary to understand the title (e.g., define terms, abbreviations, and statistical tests).

Lines Use horizontal lines to separate title from column headings, column headings from data field, and data field from footnotes. Do not use vertical lines to separate columns. All columns must have headings.

Abbreviations

Use approved abbreviations. Use abbreviations already defined in the text and define others in the general footnote. Use the following abbreviations in the body or column headings of tables only: amt (amount), avg (average), concn (concentration), diam

(diameter), exp (experiment), ht (height), max (maximum), min. (minimum), no. (number), prepn (preparation), temp (temperature), vs (versus), vol (volume), wt (weight). Use the following abbreviations for months: Jan., Feb., Mar., April, May, June, July, Aug., Sept., Oct., Nov., and Dec.

Operational Signs Repeat operational signs throughout data field. Insert a space on either side of sign (1.42 ± 1.36).

Spacing Leave no space between lowercase letters and their preceding values (e.g., 731.2ab).

Footnotes to Tables

Use footnotes to define or clarify column headings or specific datum within the data field. Do not footnote the title; use the unlettered first footnote to include general information necessary to understand the table (e.g., define terms, abbreviations, and statistical tests). The use of asterisks is reserved for statistical significance only.

Example: Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$; Student *t*-test [Abbott 1925]). *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$; NS, not significant).

Use lowercase italicized superscripted letters to indicate footnotes. Footnote letters should appear in the table in consecutive order, from left to right across the table then down the page.

Figures For review purposes, it is acceptable to include figures, whether in black and white or color, as part of the manuscript file, with each figure on a separate page. Figures should be inserted in the manuscript file in one of the following formats:

- Tagged Image File Format (.tif)* (please check settings when exporting to TIFF from the original application).
- Encapsulated PostScript (.eps)*
- Rich Text Format (.rtf)
- Editable Microsoft Word (.doc/.docx) (image files embedded into Word are often not good quality)
- Editable Microsoft PowerPoint (.ppt/.pptx) (image files embedded into PowerPoint are often not good quality).
- Microsoft Excel (.xls/.xlsx)

- Editable Portable Document Format (PDF)
- Postscript (.ps)
- Photoshop (.psd)
- Adobe Illustrator (.ai)
- Graphics Interchange Format (.gif)
- Portable Network Graphics (.png)

GIF formats, such as from websites, are not acceptable and produce poor quality printouts because of low resolution, even for peer review purposes. Charts from Excel and SigmaPlot should not be inserted unless they are in one of the above formats.

Maximum figure sizes are as follows:

- Maximum height: 240 mm (9 inches)
- Maximum width (2-column figure): 171 mm (6 inches)
- Maximum width (1-column figure): 82 mm (3 inches)

When authors are asked to submit revisions, they are also asked to provide all figures as separate, high-quality image files to allow papers to move quickly and efficiently into production upon acceptance.

For more information on preparing figures, see OUP's Author Resource Centre on figures.

Abbreviations and Symbols

Abbreviations and symbols in figures should match those in the text or be defined in legends.

Figure Captions Type all captions double-spaced on a separate page. All captions should be in paragraph form as shown by the example below.

Fig. 1. Relationship between percentage of defoliation of oak trees and gypsy moth population density. (A) Defoliation and egg mass density. (B) Defoliation of egg density.

Letter locants on figures composed of more than one element should match those in the text (either upper- or lowercase). Do not use equal signs to define abbreviations; use commas (e.g., Ap, barometric pressure).

SUPPLEMENTAL MATERIAL

Supplemental Material may be submitted in the form of one or more (8 maximum) files to accompany the online version of an article. Such material often consists of large tables, data sets, or videos which normally are not possible or convenient to present in print media. Supplemental Material represents substantive information to be posted on the ESA journal website that enhances and enriches the information presented in the main body of a paper. However, the paper must stand on its own without the need for the reader to access the supplemental information to understand and judge the merits of the paper. Any files containing Supplemental Material must be provided at the time of manuscript submission, and will be distributed to reviewers as part of the normal peer-review process. Authors should alert the editor to the presence of Supplementary Material in their cover letter at submission. Once a paper is published, the content of accompanying Supplemental Material files cannot be altered. Although the content of any submitted Supplementary Material is subject to normal peer-review and any changes required by the editor, no copy editing will be performed by the journal's production staff. Therefore, the authors are responsible for suitable format and final appearance of Supplemental Material after acceptance of the paper.

Supplemental Material should be referenced in the body of the main paper (e.g., Supp. Table S1; Supp. Video S1), where a link will take the online reader to the file. Each supplemental file must be labeled with an appropriate title and prefaced by a short (50 words maximum) summary description of the contents. Within each file, any tables, figures, videos, or other material must be accompanied by an appropriate caption. Citations for any literature referenced within a Supplemental Material file should be listed in a References Cited section at the end of the file, even when a citation is duplicated in the main body of the paper. Videos should be brief (< 5 min) and kept to a reasonable size to facilitate downloading by readers.