

**Katarina Luísa Araújo Rocha da Silva**

**Percepção química e resposta comportamental entre indivíduos  
intraespecíficos do escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) (Arachnida:  
Scorpiones)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

João Pessoa

2023

**Katarina Luísa Araújo Rocha da Silva**

**Percepção química e resposta comportamental entre indivíduos  
intraespecíficos do escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) (Arachnida:  
Scorpiones)**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas (Trabalho Acadêmico de conclusão de Curso), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Marcio Bernardino da Silva

Coorientador: Welton Dionisio da Silva

João Pessoa

2023

**Katarina Luísa Araújo Rocha da Silva**

**Percepção química e resposta comportamental entre indivíduos  
intraespecíficos do escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) (Arachnida:  
Scorpiones)**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Biológicas (Trabalho Acadêmico de conclusão de  
Curso), como requisito parcial à obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas da  
Universidade Federal da Paraíba.

Data:

Resultado:

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Marcio Bernardino da Silva, Orientador – UFPB

---

Dr. Welton Dionisio da Silva, Coorientador – UFPB

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez – UFPB

---

Dra. Aline Lourenço Vieira da Silva – UFPB

---

Me. João Paulo Nunes de Andrade Pereira – UFPB

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586p Silva, Katarina Luísa Araújo Rocha da.

Percepção química e resposta comportamental entre indivíduos intraespecíficos do escorpião *Jaquajir rochae* (Borelli, 1910) (Arachnida: Scorpiones) / Katarina Luísa Araújo Rocha da Silva. - João Pessoa, 2023.

25 p. : il.

Orientação: Marcio Bernardino da Silva.

Coorientação: Welton Dionisio da Silva.

TCC (Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas) - UFPB/CCEN.

1. Buthidae. 2. Ecologia química. 3. Comportamento reprodutivo. 4. Biologia. I. Silva, Marcio Bernardino da. II. Silva, Welton Dionisio da. III. Título.

UFPB/CCEN

CDU 57(043.2)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a toda a minha família, que mesmo a tantos quilômetros de distância se mostrou presente em todos os momentos me dando todo o suporte possível. Principalmente meu avô, Pedro Carlos, que é a pessoa que mais me apoia em tudo, sempre torcendo por mim. Ele é a pessoa mais admirável que conheço e o amo mais que tudo.

Agradeço ao professor Marcio Bernardino da Silva pela orientação, por toda a sua gentileza na maneira de ensinar, pelo acolhimento no laboratório desde o início da minha graduação e por ser um mestre tão humano e do bem.

Agradeço também pela orientação de Welton Dionísio, por todo o suporte e parceria, e também por compartilhar seus conhecimentos de forma tão generosa. Por conseguir tornar momentos de perrengue em campo em memórias engraçadas e história pra contar. Começar a trabalhar com escorpiões mudou por completo minha experiência na graduação e serei sempre grata por isso.

Agradeço aos queridos, Luiz Lopez, Aline Lourenço e João Paulo por terem aceito fazer parte da minha banca avaliadora.

Aos meus colegas de laboratório e principalmente às minhas colegas de escorpionismo, Natália e Helena, com quem compartilhei tantos surtos acadêmicos e escorpiônicos. Esse trabalho também é de vocês.

Agradeço também a todos os meus amigos, por terem sido minha família durante esses anos em João Pessoa. À Igor, Pedro e André que me ensinaram tanta coisa e foram meu suporte em momentos difíceis, e também me fizeram rir bastante em momentos em que ser feliz parecia impossível. Sofia, que em momentos foi minha mãe e em outros minha filha. E que tantas vezes amenizou o furacão que estava passando na minha cabeça. Agradeço à Roberta pela sua doçura e companheirismo, por ter a habilidade de transformar dias tristes em dias tão felizes. À Helena, novamente, que é minha amizade mais antiga em João Pessoa, minha dupla de todos os seminários, trabalhos, campos. Obrigada por ter aberto as portas da sua casa e ter me emprestado sua família tantas vezes, não sei o que seria de minha sem a tia Risomar. À Bianca, minha amiga fortalezense que João Pessoa me deu. E tantos outros que fizeram parte dessa caminhada.

## RESUMO

A percepção química é o principal mecanismo sensorial de muitos artrópodes, então o reconhecimento de sinais químicos é importante na captura de presas, na proteção contra predadores e na corte reprodutiva. Os sinais químicos podem ser encontrados pelos animais no substrato e no ar. Para os escorpiões, visto que estes têm visão ruim, e muitas espécies apresentam hábitos solitários, a comunicação química é um mecanismo essencial para o sucesso reprodutivo. Portanto, o presente estudo, investigou a presença de percepção química entre indivíduos de sexo oposto no escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910). Os ensaios experimentais foram realizados por meio de arenas Y-olfatômetro, nas quais os indivíduos entravam em contato com pistas químicas do sexo oposto, para observar a preferência dos indivíduos pelo lado do Y contendo pistas químicas do sexo oposto (braço tratamento) ou pelo lado sem estímulo químico (braço controle) da arena. O tempo gasto pelos machos em áreas contendo pistas químicas de fêmeas foi consideravelmente maior, indicando que machos de *J. rochae* apresentam capacidade de percepção e preferência por locais com rastros químicos de fêmeas. A maioria das fêmeas permaneceu imóvel após a soltura, no entanto, a minoria ativa passou mais tempo na área contendo pistas químicas de machos. Os resultados mostraram que machos apresentam capacidade de percepção à pistas químicas de fêmeas e sugerem que os machos desta espécie utilizam rastros químicos para procura e encontro de fêmeas.

Palavras-chave: Buthidae; ecologia química; comportamento reprodutivo.

## ABSTRACT

Chemical perception is the main sensorial mechanism for many arthropods, thus chemical signal recognition is crucial for prey capture, predator avoidance and reproductive courtship. These signals can be substrate borne or airborne. Since scorpions cannot count on eyesight, and are often solitary animals, chemical communication is essential to their reproductive success. Therefore, the present study investigated chemical perception among opposite sex individuals of the scorpion *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910). For the experimental trials, we used Y-olfactometer arenas, in which the individuals came into contact with chemical cues of the opposite sex and we observed their preference to areas containing chemical stimuli (treatment arm) or the side without stimuli (control arm) of the Y-shaped arena. Males spent a larger amount of time in the area containing chemical stimuli, indicating that *J. rochae* males are able to perceive female chemical cues showing preference to areas previously occupied by females. Most of the females remained immobile after being released in the arena. However, the active minority preferred the area in which there were chemical cues left by males. Our results show that *J. rochae* males are able to perceive female chemical cues, since they showed preference to areas previously occupied by females, also suggesting that these males use those cues in the mate searching.

Keywords: Buthidae; chemical ecology; reproductive behavior.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** O escorpião *Jaguajir rochae* se alimentando de uma aranha.....10
- Figura 2:** Ilustração esquemática do desenho experimental. a) Dimensões do Y-olfatômetro, com A, B e C, representando a câmara de introdução, o braço longo e os braços curtos, respectivamente. b) Tamanho da amostra entre ensaios com controle e tratamento com espécimes machos e fêmeas do escorpião *Jaguajir rochae*, Locais azuis indicam locais com estímulos químicos. Números pretos e cinzas indicam o tamanho total da amostra e o tamanho da amostra de escorpiões ativos, respectivamente.....14
- Figura 3:** Diferença na razão de tempo gasto em cada braço da arena Y durante os ensaios controle e tratamento em (A) machos e (B) fêmeas do escorpião *Jaguajir rochae*.....16



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo geral.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. METODOLOGIA.....	11
3.1. Organismo de estudo.....	12
3.2. Coleta e criação dos animais.....	12
3.3. Ensaio experimentais.....	13
4. RESULTADOS.....	16
5. DISCUSSÃO.....	17
6. CONCLUSÃO.....	20
7. REFERÊNCIAS.....	21

## 1 INTRODUÇÃO

Dentro do grupo dos artrópodes, a percepção química é amplamente utilizada para uma variedade de propósitos. Os sinais químicos desempenham um papel fundamental na comunicação e nas interações entre os indivíduos de diferentes táxons de artrópodes, seja na fuga de predadores, na localização de presas e alimentos, e na busca por parceiros reprodutivos (BRETTSCHNEIDER; BATEMAN, 2004; BLOWS; ALLAN, 1998; DICKE; GROSTAL, 2001; OVIEDO-DIEGO et al. 2021; FERRANTE; BARONE; LÖVEI, 2017; OTA; COKL, 1991; LIMA; DILL, 1990). Por exemplo, Abjörnsson *et al.* (1997) observou que a espécie de besouro *Acilius sulcatus* (Linnaeus, 1758) apresenta reações diferentes a rastros químicos de indivíduos famintos e indivíduos alimentados do seu predador natural, o peixe *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758.

Além disso, a percepção química tem função no encontro de parceiros reprodutivos e na seleção destes. Em estudo conduzido por Chen, Salcedo e Sun (2012), foi observado que machos do besouro *Dendroctonus valens* LeConte, 1860, são capazes não apenas de perceber a presença de fêmeas, mas também de selecionar parceiras com melhores condições reprodutivas apenas baseado na percepção química destas.

A procura e encontro de parceiros reprodutivos é uma tarefa especialmente importante para os aracnídeos porque vários destes animais são solitários e apresentam comportamentos territorialistas e agressivos com outros indivíduos (TRABALON e BAGNÈRES, 2010). Vários estudos observaram, em táxons diferentes de aracnídeos, que machos exibem comportamentos de corte quando estão em contato com pistas químicas de fêmeas, sendo papel deles a busca por parceiros reprodutivos (ANAVA, 1993; MIYASHITA; HAYASHI, 1996; PAPKE; RIECHERT; SCHULZ, 2001). No entanto, Aisenberg, Barufaldui e González (2009) notaram que as fêmeas de duas espécies de aranhas, *Allocosa brasilienses* (Petrunkevitch, 1910) e *Allocosa alticeps* (Mello-Leitão, 1944), também iniciam comportamentos de corte ao entrarem em contato com feromônios de machos.

Para os escorpiões, a habilidade de reconhecimento de sinais químicos é de suma importância na captura de presas, na fuga e proteção contra predadores e na corte reprodutiva, visto que estes animais possuem uma visão ruim (POLIS, 1990;

GAFFIN; BROWNELL, 1992; NISANI et al., 2018; NISANI; CURIEL, 2019; PORDEUS; LIRA; ALBUQUERQUE, 2019). Estas pistas químicas podem ser encontradas, por esses animais tanto no substrato como no ar (SEINMETZ; BOST; GAFFIN, 2004; NISANI et al., 2018). Na reprodução, escorpiões machos procuram por fêmeas coespecíficas através da trilha de pistas químicas deixada no substrato por elas (POLIS, 1990). Por exemplo, o escorpião *Tityus pusillus* Pocock, 1893 inicia comportamentos de pré-corte ao entrar em contato com áreas previamente expostas a fêmeas coespecíficas (PORDEUS; LIRA; ALBUQUERQUE, 2019). De modo semelhante, os escorpiões *Paruroctonus utahensis* (Williams, 1968), *Centruroides vittatus* (Say, 1821) e *Smeringurus mesaensis* (Stahnke, 1957) apresentam atos de pré-corte ao entrarem em contato com pistas químicas de fêmeas intraespecíficas (GAFFIN; BROWNELL, 1992; STEINMETZ; BOST; GAFFIN, 2004; TAYLOR; COSPER; GAFFIN., 2012). Entre estes atos, estão o deslocamento lento do macho para frente e para trás à procura da fêmea, a trepidação dos pedipalpos e o balanço do abdômen (GAFFIN; BROWNELL, 1992). Quando finalmente o escorpião macho encontra a fêmea, ele a agarra através das pinças dos pedipalpos e prosseguem com o ritual de corte; primeiro com a fase de dança (*promenade á deux*) e depois com a transferência do esperma (PERETTI, 1991; CHANTALL-ROCHA; JAPYASSÚ, 2017).

De modo geral, a corte reprodutiva das espécies de escorpiões tem fases similares, como na família Buthidae (POLIS, 1990; ROSS, 2009; LIRA et al., 2018), o que sugere que este comportamento surgiu há muito tempo, no início da evolução desses aracnídeos. Apesar do repertório reprodutivo ser similar entre escorpiões de espécies diferentes, a complexidade desse ato é importante para o sucesso reprodutivo desses aracnídeos. Por exemplo, fêmeas do escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) são mais propensas a resistir à corte reprodutiva quando o macho erra ou deixa de executar algum dos atos comportamentais da corte reprodutiva (CHANTALL-ROCHA; JAPYASSÚ, 2017).

Segundo Chantall-Rocha e Japyassú (2017), esta resistência funcionaria como uma seleção sexual de machos com padrões comportamentais mais otimizados e que, conseqüentemente, refletiria na performance das proles destes. Esta espécie é encontrada na Caatinga, uma floresta sazonalmente seca, onde os recursos alimentares e ambientais são abundantes apenas durante uma estação

chuvosa curta, e tais condições poderiam impulsionar uma seleção sexual mais rigorosa (ANDRADE et al., 2017; CHANTALL-ROCHA; JAPYASSÚ, 2017).

Figura 1 – O escorpião *Jaguajir rochae* se alimentando de uma aranha.



(Foto: Welton Dionisio da Silva)

Portanto, estudos que investigam o comportamento reprodutivo de escorpiões têm levantado informações importantes sobre aspectos ecológicos e evolutivos desses animais (LOURENÇO; CUELLAR, 1995;1999; LOURENÇO, CLOUDSLEY-THOMPSON, 1999; DIONISIO-DA-SILVA; LIRA; ALBUQUERQUE, 2018). Apesar disso, há escassez de conhecimento acerca das estratégias reprodutivas de diversas espécies de escorpiões e mais estudos comportamentais são necessários para compreender a história de vida desses aracnídeos. Entre estes aspectos, a percepção química entre intraespecíficos é uma área promissora de investigação e o escorpião *J. rochae* pode ser um bom organismo de estudo, visto que é uma espécie abundante (LIRA; SALOMÃO; ALBUQUERQUE, 2019). A longo

prazo, esses resultados também podem ser úteis no desenvolvimento de medidas mais efetivas de controle biológico desses animais, os quais impactam muito a saúde pública nas regiões tropicais e subtropicais (ABROUG et al., 2020).

Assim, visando compreender os mecanismos comportamentais ligados à reprodução desses animais, esse estudo investigou o efeito das pistas químicas intraespecíficas na percepção química e resposta comportamental entre indivíduos de sexos opostos do escorpião *J. rochae*.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Investigar a presença de percepção química entre indivíduos de sexo oposto do escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) e se esses apresentam preferência por locais contendo pistas químicas de possíveis parceiros.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Investigar a percepção e resposta comportamental de machos do escorpião *Jaguajir rochae* a locais com pistas químicas de fêmeas coespecíficas;

Hipótese: Machos de escorpião percebem e são atraídos pelas pistas químicas de potenciais parceiras sexuais e, por isso, ocupam com mais frequência os locais com estes sinais.

- Examinar a percepção e resposta comportamental de fêmeas de *J. rochae* a locais previamente ocupados por machos coespecíficos.

Hipótese: Fêmeas de escorpião não percebem ou não são atraídas pelas pistas químicas de potenciais parceiros sexuais, visto que estas já possuem outros custos reprodutivos.

## **3 METODOLOGIA**

### 3.1 Organismo de estudo

Escorpiões são aracnídeos relativamente abundantes, fáceis de criar e com uma taxonomia bem estabelecida. Portanto, se apresentam como bons organismos de estudos de biologia reprodutiva e comportamental (BROWN, 2003). Particularmente, o escorpião *J. rochae* (figura 1) é um dos maiores (60 a 72 mm no estágio adulto; LOURENÇO, 2002) e mais abundantes escorpiões da Caatinga (LIRA; SALOMÃO; ALBUQUERQUE, 2019). Ele se alimenta de diversos artrópodes menores pertencentes a diferentes níveis tróficos, como aranhas, baratas, lepidópteros, grilos, traças-verdadeiras, e outros escorpiões, incluindo coespecíficos (DIONISIO-DA-SILVA, comunicação pessoal). Assim, esses predadores generalistas têm potencial para influenciar a dinâmica populacional de outros organismos nas comunidades em que habitam (POLIS, 1990). A reprodução dessa espécie foi investigada apenas por Chantall-Rocha e Japyassú (2017) que revelaram muita resistência das fêmeas durante o acasalamento em resposta à performance dos machos.

### 3.2 Coleta e criação dos animais

Os espécimes foram coletados em fragmentos de Caatinga nos municípios de Parnamirim (adjacente à Estação de Agricultura Irrigada: 8°5'8" S, 39°34'18" W), Serra Talhada (Parque Estadual Mata da Pimenteira: 7°54'21" S, 38°17'51" W), e Sertânia (adjacente ao Instituto Agrônômico de Pernambuco: 8°3'48" S, 37°13'35" W), situados no estado de Pernambuco. As coletas foram realizadas ativamente durante a noite (20h-23h), com o auxílio de lanternas com luz ultravioleta, visto que os escorpiões apresentam coloração fluorescente quando iluminados com esse espectro de luz (Stahnke, 1972).

Estes animais foram levados ao laboratório de entomologia do Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE) da Universidade Federal da Paraíba e foram identificados quanto ao sexo seguindo os procedimentos de Lourenço (2002) e Esposito *et al.* (2017). Posteriormente, foram individualizados em potes plásticos cilíndricos (9,5 cm de diâmetro e 7,5 cm de profundidade), e levados para a mata do LEAC (Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação) na Universidade Federal da

Paraíba. Os postes contendo os indivíduos foram mantidos em prateleiras dispostas na gaiola disponibilizada para a criação dos escorpiões. Dentro de cada pote plástico era disponibilizado um pedaço de papelão servindo como abrigo e um eppendorf de 1,5 mililitros com algodão embebido em água para hidratação. Semanalmente, foi oferecida uma barata adulta da espécie *Nauphoeta cinerea* (Olivier, 1789) para cada indivíduo como alimentação.

### 3.3 Ensaio experimentais

Para investigar a percepção química entre machos e fêmeas, foram utilizadas arenas Y-olfatômetro, que são arenas de acrílico em forma de Y (figura 2). Suas dimensões são: 7 cm de altura, 15 cm de diâmetro na câmara de introdução circular, 15 cm de comprimento e 5 cm de largura no braço longo, além de dois braços curtos de 10 cm de comprimento e 5 cm de largura (figura 2a). Esse modelo de arena possibilita que, durante os experimentos, apenas um dos braços do Y-olfatômetro possua estímulos químicos (braço tratamento), enquanto o outro braço permanece sem estímulos químicos (braço controle). As escolhas de qual lado seria o controle e qual seria o tratamento durante os testes foi feita de forma aleatória. Dentro de cada arena era colocado papel filtro, que servia como substrato. Antes de cada ensaio experimental a arena era limpa com álcool 70° INPM e o papel filtro trocado por um novo.

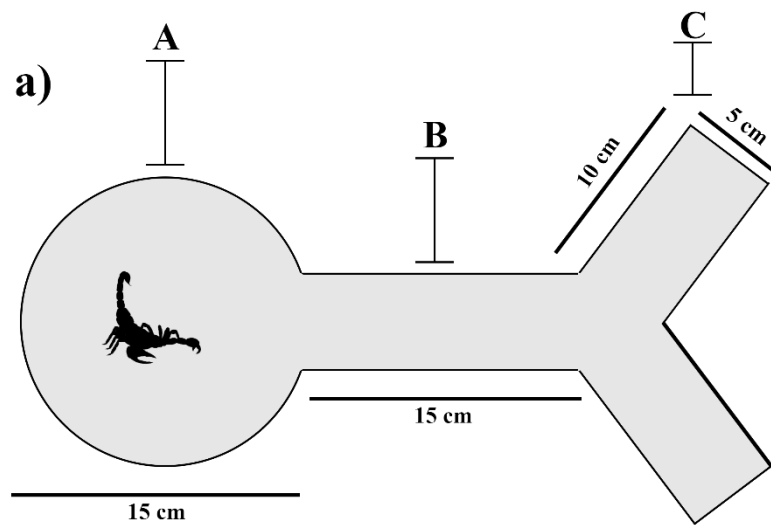
Para testar a capacidade de percepção dos machos às pistas químicas das fêmeas e a resposta comportamental deles, primeiramente uma fêmea foi colocada na arena por um período de 48h, sendo impedida de andar no braço controle do Y-olfatômetro (figura 2b). Após esse período, a fêmea é retirada e o braço da arena que antes estava restringido é liberado. Em seguida o macho é posto na arena e após 10 minutos de aclimação, em que este tem seus movimentos restringidos por um pote cilíndrico, o animal é liberado para explorar. Então é feita a observação, por 12 minutos, da reação do macho às pistas químicas da fêmea e a sua preferência quanto ao braço com ou sem pistas químicas. A preferência foi mensurada pela duração dos indivíduos em cada braço (adaptação de NISANI et al., 2018).

O mesmo teste foi realizado de forma similar, para testar se há percepção das fêmeas e a resposta comportamental delas às pistas químicas dos machos, em que,

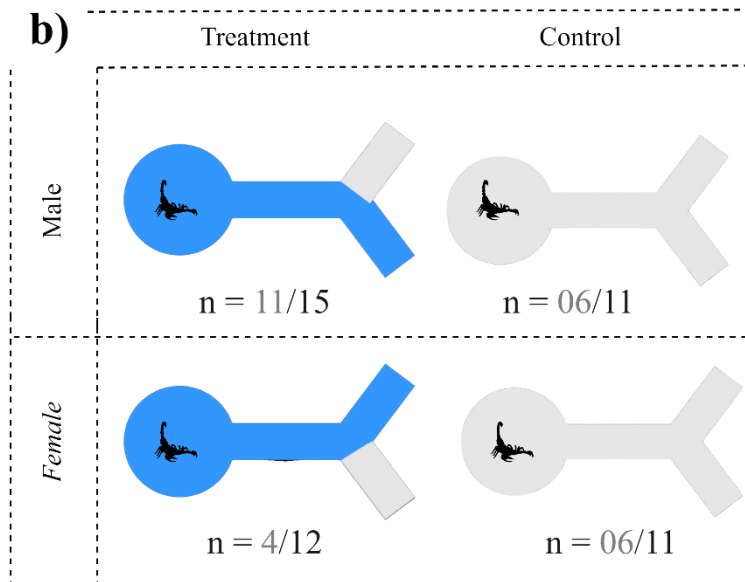
primeiramente, um macho era colocado na arena para espalhar estímulos químicos e, posteriormente, eram observadas as reações das fêmeas. Realizamos também testes controle, sem nenhum estímulo, em que também foi observado o tempo dos espécimes em cada braço do Y-olfatômetro. Os ensaios foram realizados apenas entre escorpiões da mesma localidade. Foram considerados inativos todos os indivíduos que não se moveram durante os experimentos e nem caminharam em nenhum braço do Y-olfatômetro (destacando que todos aqueles que se moveram, ocuparam os braços da arena por algum tempo).

Figura 2 - Ilustração esquemática do desenho experimental. a) Dimensões do Y-olfatômetro, com A, B e C, representando a câmara de introdução, o braço longo e os braços curtos, respectivamente. b) Tamanho da amostra entre ensaios com controle e tratamento com espécimes machos e fêmeas do escorpião *Jaguajir rochae*, Locais azuis indicam locais com estímulos químicos. Números pretos e cinzas indicam o tamanho total da amostra e o tamanho da amostra de escorpiões ativos, respectivamente.





Experimental trials



Todos experimentos foram realizados durante a noite (entre 19 e 22h; temperatura, umidade do ar: 27.1–31.2°C, 72–89%), horário de atividade desses animais, e filmados com uma câmera Canon EOS Rebel T6 para posterior análise das gravações. Uma luminária vermelha foi utilizada como fonte de luz para as filmagens, visto que essa cor não é percebida pelos escorpiões e nem influencia seu comportamento (MACHAN, 1968).

Para análise dos dados, foram realizados testes Qui-quadrado com 5000 simulações de Monte Carlo entre os ensaios tratamento e controle para detectar a influência dos sinais químicos na atividade dos animais, medida através da comparação do número de indivíduos ativos nos experimentos tratamento e controle. O mesmo teste foi realizado para examinar se houve preferência pelos locais com

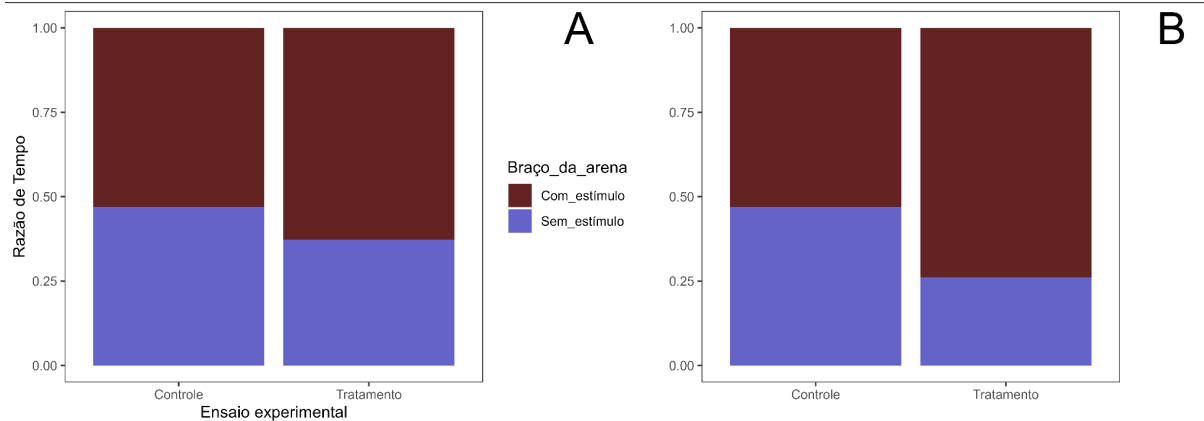
pistas químicas de potenciais parceiros reprodutivos (i.e., maior permanência, em segundos, no braço tratamento ou no braço controle). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software RStudio v. 1.3.959 (RSTUDIO TEAM, 2023).

#### 4 RESULTADOS

Como as respostas intraespecíficas não variaram nos ensaios controles, eles foram realizados com uma razão sexual 1:1 para otimizar o tamanho amostral ( $\chi^2 = 0,1936$ ,  $P = 0,61$ ). O nível de atividade dos escorpiões não foi afetado pela presença de pistas químicas independentemente do sexo (machos:  $\chi^2 = 0,9897$ ,  $P = 0,4205$ ; fêmeas:  $\chi^2 = 1,0508$ ,  $P = 0,4201$ ). No entanto, observou-se que os espécimes machos de *J. rochae* permaneceram  $140,81 \pm 29,86$  segs no braço com pistas químicas de espécimes fêmeas, e apenas  $114,33 \pm 42,3$  segs no braço sem pistas químicas. Esses resultados sugerem que *J. rochae* apresenta capacidade de percepção e preferência por locais com pistas químicas das fêmeas ( $\chi^2 = 4,3495$ ,  $P = 0,0413$ ).

Quanto à resposta das fêmeas às pistas químicas dos machos, foi observado que elas permaneceram  $179,5 \pm 177,75$  segs no braço com pistas químicas de espécimes machos, enquanto persistiram apenas  $63,5 \pm 31,94$  segs no braço sem pistas químicas ( $\chi^2 = 34,695$ ,  $P < 0,001$ ). Contudo, a maioria das fêmeas (66,6 %,  $n = 8$ ) permaneceu inativa mesmo diante dos rastros de espécimes machos na área de soltura, o que sugere que estas poderiam estar receptivas à corte reprodutiva. No entanto, tais resultados são baseados na persistência de apenas quatro fêmeas ativas e, portanto, devem ser considerados com cautela.

Figura 3 – Diferença na razão de tempo gasto em cada braço da arena Y durante os ensaios controle e tratamento em (A) machos e (B) fêmeas do escorpião *Jaguajir rochae*.



## 5 DISCUSSÃO

O presente trabalho investigou a percepção química e resposta comportamental intraespecífica entre machos e fêmeas do escorpião *J. rochae*. Foi observado que os machos utilizam pistas químicas de fêmeas para o encontro de possíveis parceiras reprodutivas, visto que estes tiveram preferência por locais com pistas químicas de potenciais parceiras sexuais. Portanto, corroboramos parcialmente nossa hipótese, visto que as fêmeas que se moveram também apresentaram preferência por locais com sinais químicos de machos. A percepção e resposta comportamental os machos encontradas no presente estudo estão em consonância com trabalhos similares com outras espécies de escorpiões (GAFFIN; BROWNELL, 1992, MELVILLE; TALLOROVIC; BROWNELL, 2003, PORDEUS; LIRA; ALBUQUERQUE, 2019, TAYLOR; COSPER; GAFFIN, 2012).

Em estudo com o escorpião *S. mesaensis*, Gaffin e Brownell (1992) observaram que os machos apresentam mudanças de comportamento ao entrarem em contato com substrato previamente ocupado por fêmeas coespecíficas ou contendo extração orgânica da cutícula das mesmas, mudando a maneira de locomoção e demonstrando comportamentos de pré-corte. Entre eles, foi observado pelos autores: a trepidação que consiste em balançar o corpo podendo causar vibrações no substrato, a movimentação do último segmento do metassoma para cima e para baixo, e a menção de agarrar com os pedipalpos. Em outro trabalho, Melville, Tallarovic e Brownnell (2003) observaram, através de testes em Y-olfatômetro, que machos da espécie *Hadrurus arizonensis* (Ewing, 1928)

demonstraram preferência pelo braço da arena contendo rastros químicos de fêmeas e alteraram seu comportamento, apresentando os comportamentos característicos de pré-corte descritos por Gaffin e Brownell (1992). No entanto, o sucesso da corte reprodutiva é complexo e dependente de outros fatores como a correta execução de um repertório comportamental.

Nesse contexto, Chantall-Rocha e Japyassú (2017) relatam a resistência de fêmeas de *J. rochae* à corte e que tal comportamento pode ser explicado pela disparidade de custo parental entre machos e fêmeas, visto que as fêmeas são responsáveis pelos cuidados com a prole. Assim, a resistência das fêmeas serviria como seleção de parceiros, isso é sustentado pela complexidade dos comportamentos de corte e reprodução dos escorpiões, visto que uma das características negativas para essa seleção seria a baixa performance dos comportamentos de pré-corte e corte. Baixo sucesso de corte também foi observado entre indivíduos de populações diferentes do escorpião *Bothriurus bonariensis* (Koch 1842) como provável resultado das diferenças morfológicas entre essas populações (OLIVERO. MATTONI; PERETTI, 2012; 2017)

No entanto, apesar das assimetrias no custo entre macho e fêmea no cuidado parental, os machos se encontram em maior vulnerabilidade de predação no processo de procura por parceiras, como demonstraram Polis e Farley (1979) em um estudo com *Paruroctonus mesaensis* Stahnke, 1957. Neste estudo, os autores relacionam a taxa de mortalidade alta dos machos com os comportamentos reprodutivos, pois na estação de acasalamento os machos chegam a vagar por mais de 100 metros se arriscando à predação, mesmo sendo uma espécie sedentária. Além disso, esse trabalho aponta que a maneira ritualística que a corte é performada poderia ser uma estratégia de sobrevivência dos machos, pois torna mais fácil o acesso destes às fêmeas agressivas e evita o canibalismo. Então, mecanismos que facilitem o acesso dos machos a parceiras sexuais são essenciais para seu sucesso reprodutivo. Gaffin e Brownell (1992) demonstraram que os machos dessa mesma espécie apresentam alterações comportamentais quando em contato com rastro químico de fêmeas e sugerem que os escorpiões usam sinalização de feromônio como direcionamento durante o processo reprodutivo. Isso demonstra que a percepção química torna mais direcionado o arriscado processo de procura por parceiras.

A procura e encontro de parceiros é uma fase importante na reprodução de animais solitários. E as pistas químicas têm o papel fundamental de guiar os animais nesse processo. Os machos de aranhas *Agelenopsis aperta* (Gertsch, 1934) apresentam comportamento de corte ao entrarem em contato com feromônios de fêmeas. No entanto, alguns comportamentos específicos como o balançar de pernas ou o de recuar são observados apenas em testes em que a fêmea está presente. Enquanto isso, nos testes com os feromônios isolados, observou-se que os machos apresentam comportamentos característicos de procura por fêmeas (PAPKE; RIECHERT; SCHULZ, 2000). Scott, McCann e Andrade (2019) mostraram que, durante o processo de procura por parceiras, os machos da aranha solitária *Latrodectus hesperus* Chamberlin e Ivie, 1935, quando não têm acesso ao que os autores chamam de informação pessoal (feromônios produzidos pelas fêmeas), se utilizam de informações sociais (pistas químicas de outros machos) para localizarem as fêmeas, assim se beneficiando do esforço de um possível concorrente. Ainda, Weiss e Schneider (2022) mostraram que as fêmeas de *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) liberam feromônios sexuais em diferentes quantidades de acordo com o seu status reprodutivo. À medida que fêmeas virgens envelhecem, mais feromônios são liberados, ou mesmo quando estão se aproximando da oviposição. Esse comportamento é respondido positivamente pelos machos, que demonstraram preferência por teias de fêmeas com maior quantidade de feromônios liberados.

Os resultados apresentados no presente estudo demonstram que, mesmo que o nível de movimentação dos indivíduos não seja significativamente afetado pela presença de pistas químicas, o maior tempo gasto por eles em locais com rastro químico de potenciais parceiros demonstra a preferência por áreas previamente ocupadas pelo sexo oposto. Esse resultado sugere que a espécie utiliza a percepção química como mecanismo de reconhecimento, confirmando nossa hipótese de que machos de *J. rochae* respondem positivamente às pistas químicas de indivíduos intraespecíficos de sexo oposto. Os resultados encontrados agregam informações acerca de estratégias reprodutivas dos escorpiões e ajudam a compreender aspectos ecológicos e evolutivos deste aracnídeo.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a presença de percepção química entre indivíduos de sexo oposto do escorpião *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910) e se esses apresentam preferência por locais contendo traços químicos de potenciais parceiros. Para isso, dois objetivos específicos foram elencados. O primeiro deles foi investigar a percepção e resposta comportamental de machos do escorpião *Jaguajir rochae* a locais com pistas químicas de fêmeas coespecíficas. Sendo corroborada a hipótese de que os indivíduos machos percebem e são atraídos pelas pistas químicas de potenciais parceiras, ocupando por mais tempo os locais com estes sinais. O segundo objetivo foi examinar a percepção e resposta comportamental de fêmeas de *J. rochae* a locais previamente ocupados por machos coespecíficos. A hipótese era que indivíduos fêmeas não percebem ou não são atraídas pelas pistas químicas de machos, visto que estas já possuem outros custos reprodutivos associados exclusivamente com o seu sexo. No entanto, das poucas fêmeas que se moveram, estas apresentaram preferência por locais com os traços químicos de potenciais parceiros sexuais. Um resultado que deve ser considerado com cautela, visto o baixo número de fêmeas que foram testadas especificamente quanto a essa hipótese. De modo geral, esses resultados destacam não apenas a importância do comportamento de trilha dos machos à procura das fêmeas, mas também revelam a necessidade de maior investigação do papel reprodutivo delas.

## 7 REFERÊNCIAS

ABJÖRNSSON, K.; WAGNER, B. M. A.; AXELSSON, A.; BJERSELIUS, R.; OLSÉN, K. H. Responses of *Acilius sulcatus* (Coleoptera: Dytiscidae) to chemical cues from perch (*Perca fluviatilis*). **Oecologia**, v. 111, p. 166-171, 1997.

ABROUG, F.; OUANES-BESBES, L.; TILOUCHE, N.; ELATROUS, S. Scorpion envenomation: state of the art. **Intensive care medicine**, p. 1-10, 2020.

AISENBERG, A. BARUFFALDI, L. GONZÁLEZ, M. Behavioural evidence of male volatile pheromones in the sex-role reversed wolf spiders *Allocosa brasiliensis* and *Allocosa alticeps*. **Naturwissenschaften**, v. 97, p. 63-70, 2010.

ANAVA, A. Presence of gender cues in the web of a widow spider, *Latrodectus revivensis*, and a description of courtship behaviour. **Bulletin of the British Arachnological Society**, v.9, n. 4, p. 119-122, 1993.

ANDRADE, E. M.; NASCIMENTO-AQUINO, D.; CHAVES, L. C. G.; LOPES, F. B. Water as capital and its uses in the Caatinga. In **Caatinga The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Edited by n SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Eds.). Springer, Cham, pp. 281-302, 2017.

BLOWS, M. W.; ALLAN, R. A. Levels of Mate Recognition within and between Two Drosophila Species and Their Hybrids. **The American Naturalist**, v.152, n. 6, p. 826-837, 1998.

BRETTSCHEIDER, H.; BATEMAN, P. W. Differential Shelter Selection in Response to Predator Chemical Cues by Two orthopterans: *Libanasidus vittatus* (Anostomatidae) and *Platygyllus primiformis* (Gryllidae). **Journal of Insect Behavior**. v.18, p. 381-387, 2005.

BROWN, C. A. Offspring size-number trade-offs in scorpions: an empirical test of the Van Noordwijk and de Jong Model. **Evolution**, v. 57, n. 9, p. 2184-2190, 2003.

CHANTALL-ROCHA, S.; JAPYASSÚ, H. F. Diffuse resistance courtship in the scorpion *Rhopalurus rochai* (Scorpiones: Buthidae). **Behavioural Processes**, v. 135, p. 45-55, 2017.

CHEN, H-F.; SALCEDO, C.; SUN, J-H. Male mate choice by chemical cues leads to higher reproductive success in bark beetle. **Animal Behaviour**, v. 83, p.421-427, 2012.

DICKE, M.; GROSTAL, P. Chemical detection of natural enemies by arthropods: an ecological perspective. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 32, p. 1-23, 2001.

DIONISIO-DA-SILVA, W.; LIRA, A. F. A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Distinct edge effects and reproductive periods of sympatric litter-dwelling scorpions (Arachnida: Scorpiones) in a Brazilian Atlantic forest. **Zoology**, v. 129, p. 17-24, 2018.

ESPOSITO, L. A.; YAMAGUTI, H. Y.; SOUZA, C. A.; PINTO-DA-ROCHA, R.; PRENDINI, L. Systematic Revision of the neotropical club-tailed scorpions, *Physoctonus*, *Rhopalurus*, and *Troglorhopalurus*, revalidation of *Heteroctenus*, and descriptions of two new genera and three new species (Buthidae: Rhopalurusinae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 415, p. 1-136, 2017.

FERRANTE, M.; BARONE, G.; LÖVEI, G. L. The carabid *Pterostichus melanarius* uses chemical cues for opportunistic predation and saprophagy but not for finding healthy prey. **International Organization for Biological Control**, v. 62, p. 741-747, 2017.

GAFFIN, D. D.; BROWNELL, P. H. Evidence of chemical signaling in the sand scorpion, *Paruroctonus mesaensis* (Scorpionida: Vaejovida). **Ethology**, v. 91, p. 59-69, 1992.

LIMA, S. L.; DILL, L.M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. **Canadian Journal of Zoology**, v. 68, p. 619-640, 1990. doi:10.1139/z90-092

LIRA, A. F. A. PORDEUS, L. M. REGO, F. N. A. A. IANNUZZI, K. ALBUQUERQUE, C. M. R. Sexual dimorphism and reproductive behavior in the Brazilian scorpion *Tityus pusillus* (Scorpiones, Buthidae). **Invertebrate Biology**, v. 137, n. 3, p. 221-230, 2018.

LIRA, A. F. A. SALOMÃO, R. P., ALBUQUERQUE, C. M. R. Pattern of scorpion diversity across a bioclimatic dry-wet gradient in Neotropical forests. **Acta Oecologica**, v. 96, p.10-17, 2019.

LOURENÇO, W. R. **Scorpions of Brazil**. Paris: Les editions de l'If, 2002.

LOURENÇO, W. R.; CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. Discovery of a sexual population of *Tityus serrulatus*, one of the morphs within the complex *Tityus stigmurus* (Scorpiones, Buthidae). **Journal of Arachnology**, p. 154-158, 1999.

LOURENÇO, W. R.; CUELLAR, O. Scorpions, scorpionism, life history strategies and parthenogenesis. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 1, n. 2, p. 51-62, 1995.

LOURENÇO, W. R.; CUELLAR, O. A new all-female scorpion and the first probable case of arrhenotoky in scorpions. **Journal of Arachnology**, p. 149-153, 1999.

MACHAN, L. Spectral sensitivity of scorpion eyes and the possible role of shielding pigment effect. **Journal of Experimental Biology**, v. 49, n. 1, p. 95-105, 1968.

MELVILLE, J. M.; TALLAROVIC, S. K; BROWNELL, P. H. Evidence of mate trailing in the giant hairy desert scorpion, *Hadrurus arizonensis* (Scorpionida, Iuridae). **Journal of Insect Behavior**, v. 16, p. 97-115, 2003.



MIYASHITA, T.; HAYASHI, H. Volatile Chemical cue elicits mating behavior of cohabiting males of *Nephila clavata* (Araneae, Tetragnathidae). **The Journal of Arachnology**, v. 24, n.1, p. 9-15, 1996.

NISANI, Z.; CUIRIEL, R. Antipredator responses of *Hadrurus arizonensis* (Scorpiones: Caraboctonidae) to chemosensory cue from a mammalian predator. **The Journal of Arachnology**, v. 47, n. 3, p. 389-391, 2019.

NISANI, Z.; HONAKER, A.; JENNE, V.; LOYA, F.; MOON, H. Evidence of airborne chemoreception in the scorpion *Paruroctonus marksii* (Scorpiones: Vaejovidae). **The Journal of Arachnology**, v. 46, n. 1, p. 40-44, 2018.

OLIVERO, P. A.; MATTONI, C. I.; PERETTI, A. V. Morphometry and geographical variation of *Bothriurus bonariensis* (Scorpiones: Bothriuridae). **The Journal of Arachnology**, v. 40, n. 1, p. 113-122, 2012.

OLIVERO, P. A.; MATTONI, C. I.; PERETTI, A. V. Differences in mating behavior between two allopatric populations of a Neotropical scorpion. **Zoology**, v. 123, p. 71-78, 2017.

OVIEDO-DIEGO, M.; COSTA-SCHMIDT, L. E.; MATTONI, C. I.; PERETTI, A. V. Interaction between sexual communication functions leads to reproductive interference in two syntopic scorpion species. **Animal behaviour**, v. 181, p. 83-93, 2021.

OTA, D.; ČOKL, A. Mate location in the southern green stink bug, *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), mediated through substrate-borne signals on ivy. **Journal of Insect Behavior**, v.4, n. 4, p.441-447, 1991.

PAPKE, M. D.; RIECHERT, S. E.; SCHULZ, S. An airborne female pheromone associated with male attraction and courtship in a desert spider. **Animal Behaviour**, v. 61, p. 877-886, 2001.

PERETTI, A.V. Comportamiento de apareamiento de *Zabius fuscus* (Thorell) (Scorpiones, Buthidae). **Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción**, v. 62, p. 123-146, 1991.

POLIS, G. A. **The biology of scorpions**. California. Stanford University, 1990.

POLIS, G. A.; FARLEY, R. D. Behavior and ecology of mating in the cannibalistic scorpion, *Paruroctonus mesaensis* Stahnke (SCORPIONIDA: VAEJOVIDAE). **The Journal of Arachnology**, v.7, p. 33-46, 1979.

PORDEUS, L. M.; LIRA, A. F. A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Male courtship behavior is triggered by female chemical cues in the scorpion *Tityus pusillus* (Scorpiones: Buthidae). **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, n. 12, p. 1122-1125, 2019.

ROSS, L. K. Notes and observations on courtship and mating in *Tityus (Atreus) magnimanus* Pocock, 1897 (Scorpiones: Buthidae). **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 15, n. 1, p. 43-53, 2009.

RSTUDIO TEAM. RStudio: integrated development for R. RStudio, Inc., Boston, 2020.

SCOTT, C. E.; MCCANN, S.; ANDRADE, M. C. B. Male black widows parasitize mate-searching effort of rivals to find females faster. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 286, p. 1-9, 2019.

STAHNKE, H.L. UV light, a useful field tool. **Bioscience**, v. 22, p. 604-607, 1972.

STEINMETZ, S.B.; BOST, K.C.; GAFFIN, D.D. Response of male *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae) to aerial and substrate-borne chemical signals. **Euscorpius**, v. 2004, n. 12, p. 1-6, 2004.

TAYLOR, M. S.; COSPER, C. R.; GAFFIN, D. D. Behavioral evidence of pheromonal signaling in desert grassland scorpions *Paruroctonus utahensis*. **Journal of Arachnology**, v. 40, n. 2, p. 240–244, 2012.

TRABALON, M.; BAGNÈRES, A. G. Contact recognition pheromones in spiders and scorpions. In **Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology**. Edited by G.J. Blomquist and A.G. Bagnères. Cambridge University Press, New York. pp. 344–375, 2010.

WEISS, K.; SCHNEIDER, J. M. Strategic pheromone signalling by mate searching females of the sexually cannibalistic spider *Argiope bruennichi*. **Royal Society Open Science**, v. 9, p. 1-12, 2022.