



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
DEL NOROESTE, S.C.

---

Programa de Estudios de Posgrado

CARACTERIZACIÓN DEL GÉNERO *Hogna* (WALCKENAER, 1805,  
ARANEAE, LYCOSIDAE) EN EL MATORRAL XERÓFILO Y SELVA  
BAJA CADUCIFOLIA DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO, COMO  
POTENCIAL BIOINDICADOR.

## T E S I S

Que para obtener el grado de

### Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales  
(Orientación en Ecología de Zonas Áridas)

P r e s e n t a

**Leilani Medrano Gallegos**

La Paz, Baja California Sur, septiembre 2018.

## ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 11:00 horas del día 02 del Mes de Agosto del 2018, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

**"CARACTERIZACIÓN DEL GÉNERO *Hogna* (WALCKENAER, 1805, ARANEA, LYCOSIDAE) EN EL MATORRAL XERÓFILO Y SELVA BAJA CADUCIFOLIA DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO, COMO POTENCIAL BIOINDICADOR."**

Presentada por el alumno:

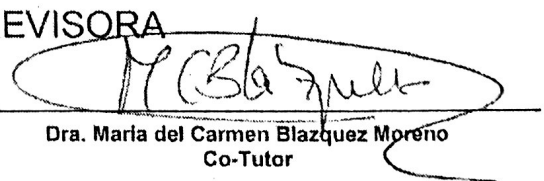
**Leilani Medrano Gallegos**


Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **Zonas Áridas**

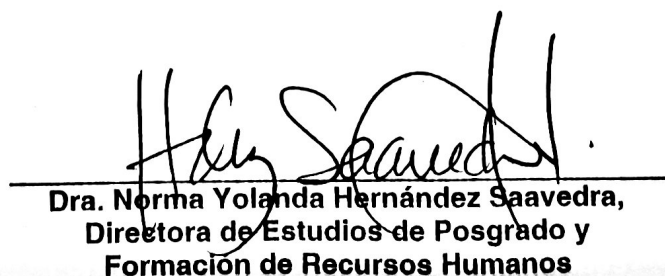
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

  
Dra. María Luisa Jiménez Jiménez  
Directora de Tesis

  
Dra. María del Carmen Blázquez Moreno  
Co-Tutor

  
Dr. Yann Lucien Hénaut  
Co-Tutor

  
Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra,  
Directora de Estudios de Posgrado y  
Formación de Recursos Humanos

## **Conformación de Comités**

### **Comité Tutorial**

Dra. María Luisa Jiménez Jiménez (CIBNOR)  
Directora de Tesis

Dra. María del Carmen Blazquez Moreno (CIBNOR)  
Tutora

Dr. Yann Lucien Henaut (ECOSUR)  
Tutora

### **Comité Revisor de Tesis**

Dra. María Luisa Jiménez Jiménez

Dra. María del Carmen Blazquez Moreno

Dr. Yann Lucien Henaut

### **Jurado de Examen de Grado**

Dra. María Luisa Jiménez Jiménez

Dra. María del Carmen Blazquez Moreno

Dr. Yann Lucien Henaut

### **Suplente**

Dra. Patricia Galina Tessaro

## Resumen

Se sabe que las comunidades de arañas en los ecosistemas terrestres varían estructuralmente como respuesta a cualquier cambio o disturbio ambiental. La selección de las características ambientales por parte de estas es un método útil para evaluar el grado de perturbación del ecosistema, puesto que es un mecanismo complejo que las especies emplean para su desarrollo e implica una serie de características físicas y biológicas específicas en las cuales las especies puedan prosperar. Dichas características son la temperatura, humedad relativa, tipo de suelo, la disponibilidad de alimento y la densidad vegetal. En este trabajo se evaluó la diversidad de arañas del género *Hogna Wackenear 1805*, en dos comunidades vegetales: el matorral sarcocaulé del Comitán y la selva baja caducifolia de la sierra de Las Cacachilas, y se caracterizó a las especies encontradas con la finalidad de evaluar las diferencias del género en ambas localidades. Se registró a *H. carolinensis* para el Comitán y *H. coloradensis* para el Comitán y las Cacachilas. Se caracterizó la forma, tamaño y distribución de las madrigueras. Se comparó la abundancia de madrigueras entre zonas perturbadas y no perturbadas, para cada comunidad, encontrando que en la zona perturbada del Comitán hubo un mayor registro de madrigueras (131 y 72), y en Las Cacachilas la presencia de éstas fue mayor en solo un cuadrante de la zona no perturbada (22). La temperatura, humedad relativa, y tipo de suelo jugaron un papel importante en la selección del microhabitat para ambas especies. Las pruebas de correlación mostraron una marcada correlación negativa entre la abundancia y la distancia a la perturbación ( $r. S. = (-0.96, p < 0.05)$ ), y una marcada correlación positiva entre la abundancia y la densidad vegetal ( $r. S. = (-0.98, p < 0.05)$ ) para el Comitán. En esta localidad también, se registró mayor abundancia de arañas de *H. carolinensis* para los cuadrantes con perturbación, con menor temperatura ambiental, mayor porcentaje de humedad relativa, menor presencia de arcilla y menor densidad aparente del suelo, que también presentaron arañas y madrigueras de mayor tamaño, aunque no logramos establecer diferencias significativas entre zonas para todos estos parámetros, sí se logra apreciar una tendencia. Para la localidad de las Cacachilas, solo se encontró correlación entre la abundancia y la densidad vegetal ( $r. S. = (-1.00, p < 0.05)$ ), y mayor abundancia de arañas para un cuadrante de la zona no perturbada, que presentó mayor porcentaje de arena y mayor densidad aparente que el resto de los cuadrantes, y aunque no todos estos parámetros mostraron diferencia significativa entre cuadrantes, se puede apreciar una tendencia que muestra que los cuadrantes con menor perturbación tuvieron madrigueras de dimensiones mayores. De acuerdo con estos resultados parece indicar que *H. carolinensis* es una especie indicadora de perturbación antropogénica, sin embargo, es necesario profundizar aún más en la ecología y comportamiento de esta especie. No fue posible ligar a *H. coloradensis* con la perturbación, sin embargo, fue evidente que esta especie fue más afín a la selva baja caducifolia que en el matorral xerófilo.

**Palabras clave:** *Hogna carolinensis*, *Hogna coloradensis*, perturbación antropogénica, bioindicadores, fragmentación.

## Summary

It is known that spider's communities in terrestrial environments change structure as a response to any environmental change or disturb. The selection of environmental characteristics by spiders is a useful method to evaluate perturbation pressure in an ecosystem, due to it is a complex mechanism that species use to their development, and it implies a series of specific physical and biological characteristics where the species can prosper. These characteristics are temperature, relative humidity, soil type, food availability, refuge availability and vegetal cover. This study evaluated *Hogna* species diversity in two vegetal communities: The sarcocaul scrub of El Comitán and the deciduous forest of sierra de Las Cacachilas. We characterized the different species with the finality of evaluate genera diversities and the roll of *Hogna* species as possible bioindicators of antropogenical disturbance in both vegetal communities. *Hogna carolinensis* was found at El Comitán and *H. coloradensis* at las Cacachilas and El Comitán. We compared burrow density at both disturbed and non disturbed areas, for each vegetal community. We found that at disturbed areas of El Comitán, there was a higher abundance of *H. carolinensis* than in the non-disturbed areas (131 vs 72), contrary to Las Cacachilas, where there was a higher abundance at areas with less disturbance (22). Temperature, relative humidity and soil type seam to play an important role in habitat selection for both species. Spearman correlation tests showed a high negative correlation between abundance and distance to perturbation ( $r. S. = (-0.96, p < 0.05)$ ), and a high positive correlation between abundance and vegetal density ( $r. S. = (-0.98, p < 0.05)$ ) for El Comitán. This locality presented a higher abundance of spiders at the quadrants with less temperature, more relative humidity, less clay percentage in the soil, and less apparent density of the substrate. These were also the quadrants with higher human perturbation, and presented spiders of greater dimensions, and even when not all of these parameters were significantly different between areas, it is possible to appreciate a tendency that favors disturbes areas. For Las Cacachilas region, it was only possible to establish a positive correlation between abundance and vegetal density ( $r. S. = (-1.00, p < 0.05)$ ). The higher density of spiders was found at the quadrants with less perturbation, higher sand percentage present in soil, and higher apparent density. We can also say that even when most of the parameters measured at this locality showed no significant difference between areas we can appreciate a tendency. Results for this study contribute with evidence to signal spiders as important bioindicator elements of environmental health. *Hogna carolinensis* seems to be useful as a bioindicator species, however, it is necessary to deepen in this species ecology, and compare between different ranks of human disturbance. On the other hand, in this study it was not possible to relate *H. coloradensis* with human disturbance in a clear way, but it was evident than this species has more affinity to the deciduous forest than xeric shrub.

**Key Words:** *Hogna carolinensis*, *Hogna coloradensis*, antropogenic disturbance, bioindicators, fragmenation.

## Dedicatoria

A todos aquellos que han creído en mí...

A mi Mamá: Teresa Medrano, y a mi Papá: Arturo Medrano,

A mis hermanos: Bianca y Arturo,

y a Logan.

A mi familia, la de sangre y la de elección.

A la experiencia que la maestría me dejó, y al aprendizaje adquirido.

Al momento presente...

A las *Hognas*.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme la beca de maestría: 588907, y al Centro de Investigaciones Biológicas de Noroestes S.C. (CIBNOR) por la oportunidad y apoyo en mi formación, durante todo el tiempo que llevó la realización de este trabajo de investigación. Al International Community Foundation Fondo Candeo de Christy Walton por su aportación para algunas salidas al campo.

A mi directora de tesis, la Dra. María Luisa Jiménez Jiménez por su incanzable apoyo y disponibilidad, por todos sus consejos, por los incesantes ánimos y por su amistad, que fueron en su momento el principal motor para la culminación de esta tesis. Gracias por no dejar de creer en mí.

A la Dra. María del Carmen Blazquez Moreno por su incondicional disponibilidad y apoyo, por su muy valiosa ayuda y sugerencias para la realización de esta tesis, por su cariño y amistad, y de igual manera por creer en mí.

Al Dr. Yann Lucien Henaut por todo su apoyo, su disponibilidad, por sus cosejos y comprensión, que fueron de gran importancia para la realización de este trabajo.

A Aaron Esliman y a todo el personal del Rancho Cacachilas, por el apoyo brindado y por permitirme el acceso a sus instalaciones.

A Carlos Palacios Cardiel y Armando Falcón Brindis, del Laboratorio de Aracnología del CIBNOR, por su amistad, por su gran apoyo y por las innumerables palabras de aliento.

Al equipo del Laboratorio de Edafología, M. C. Manuel Trasviña y Miriam Hernández, y al equipo del Laboratorio de SIG, Ing. Joaquín Rivera Rosas y al Ing. Gil Ezequiel Ceseña Beltrán, por su apoyo en el procesamiento de datos y muestras. A la técnico Patricia Vázquez Correa, por permitirme hacer uso del espacio de su laboratorio y facilitarme material cuando lo requerí.

Al personal de Posgrado: Dra. Norma Hernández, Lic. Osvelia Ibarra, Lic. Leticia González, Horacio Sandoval, Tania Nuñez y Claudia Olachea, por su guía y apoyo.

A todos los doctores del CIBNOR que de alguna manera fueron parte de mi formación, muy especialmente a los doctores: Alejandra Nieto, Pedro Peña, Yolanda Maya, Patricia Galina, Gustavo Arnaud, Pedro Cruz, Fausto Valenzuela, Raúl Martínez y Francisco Magallón.

A todos mis compañeros de la maestría, pero muy especialmente a aquellos que se volvieron familia, Caroli, Nuria, Yared, Kary, Amaral, César, Daniel, Idael, Isaí, Memo, Pío y Toño.

A Emilio y Kai, que ya eran familia y emprendieron este viaje conmigo al igual que tantos otros que fueron y seguirán siendo.

A Florent, por creer en mí en todos los aspectos de la vida, y por compartir su vida conmigo.

## Contenido

<b>Resumen</b>	
Summary.....	ii
<b>Dedicatoria</b> .....	iii
<b>Agradecimientos</b> .....	iv
<b>Contenido</b> .....	v
<b>Lista de figuras</b> .....	vii
<b>Lista de tablas</b> .....	ix
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	3
2.1 Arañas como indicadoras de perturbación antropogénica.....	3
2.2 <i>Hogna</i> Wackenear, 1805.....	5
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	9
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	10
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	11
5.1 Objetivo general.....	11
5.2 Objetivos particulares.....	11
<b>6. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	12
6.1 Descripción del área de estudio.....	12
6.1.1 El Comitán.....	13
6.1.2 Sierra de Las Cacachilas.....	13
6.2 Trabajo de campo.....	14
6.2.1 Determinación de las parcelas de estudio.....	14
6.2.2 Determinación del grado de perturbación.....	14
6.2.3 Diversidad de especies del género <i>Hogna</i> .....	18
6.2.3.1 Procedimiento de captura para identificación y medición .....	19
6.2.4 Abundancia relativa, y estructura de las poblaciones de las especies del género <i>Hogna</i> y patrones de actividad.....	21
6.2.4.1 Abundancia de madrigueras.....	21
6.2.4.2 Estructura poblacional.....	22
6.2.4.3 Determinación de la actividad.....	22



6.2.5 Disposición espacial de las poblaciones y caracterización de las madrigueras.....	23
El Comitán. ....	23
6.2.6 Caracterización ambiental, trófica y estructural del microhábitat.....	28
6.2.6.1 Humedad y temperatura .....	28
6.2.6.2 Disponibilidad de presas .....	28
6.2.6.3 Estructura del suelo.....	30
6.2.6.4 Estructura de la vegetación .....	30
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
7.1 Objetivo particular 1 .....	32
7.2 Objetivo particular 2 .....	38
7.3 Objetivo particular 3 .....	48
7.4 Objetivo particular 4 .....	53
<b>8. DISCUSIÓN .....</b>	<b>61</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>10. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>73</b>

## Lista de figuras

- Figura 1.** Localidades de muestreo. El Comitán y sierra de las Cacachilas, Baja California Sur, México..... 12
- Figura 2.** El Comitán. En color rojo se encuentran marcados los cuadrantes con perturbación de origen antropogénico y en color verde los cuadrantes de la zona no perturbada..... 15
- Figura 3.** Sierra de las Cacachilas. En color rojo se encuentran marcados los cuadrantes con perturbación de origen antropogénico y en color verde los cuadrantes de la zona no perturbada. .... 16
- Figura 4.** Cuadrante P1 (muestra). El círculo representa el 100% del área a la cual se le restó el porcentaje cubierto por infraestructura de origen antropogénico para cada cuadrante..... 17
- Figura 5.** Basura encontrada en uno de los cuadrantes de la zona perturbada..... 17
- Figura 6.** Procedimiento de captura para identificación y medición de especímenes. a) Método de extracción de las arañas de dentro de la madriguera. b) macho de *H. carolinensis* capturado para su identificación en laboratorio. c) toma de medidas de longitud total del cuerpo y caparazón, y d) ejemplar etiquetado para su identificación en el laboratorio..... 20
- Figura 7.** Marcaje y medición de madrigueras a) Madriguera Marcada con banderola, b) Madriguera activa de *H. carolinensis* con túmulo de tierra suelta, c y d) Madrigueras marcadas en un cuadrante de la zona perturbada y otro de la no perturbada. Los puntos en color rojo representan las madrigueras presentes en un cuadrante perturbado y uno no perturbado de la localidad del Comitán. .... 23
- Figura 8.** Mediciones de las madrigueras. a) Diámetro de la entrada de la madriguera, b) Diámetro de la torre y c) Altura de la torre..... 24
- Figura 9.** Mediciones de las arañas. a) Longitud de las patas, b) ancho del caparazón, c) largo y d) longitud total del cuerpo..... 25
- Figura 10.** Proceso de excavación de una madriguera de *Hogna sp.* ..... 26
- Figura 11.** Vista lateral de una madriguera excavada. a) Profundidad del túnel (PTun), b) diámetro del túnel (DTun) y c) ancho de la cámara terminal (ACT). .... 27
- Figura 12.** Trampas de caída. a) Vista superior de trampa de caída para densidad de presas y b) Vista lateral de trampa de caída para densidad de presas..... 29
- Figura 13.** Macho de *Hogna carolinensis* en su madriguera. .... 33
- Figura 14.** Hembra de *Hogna coloradensis* con larva de Tenebriónido..... 35
- Figura 15.** Organos reproductores de *H. coloradensis*. a) vientre de hembra *Hogna coloradensis*. Pedipalpo del macho: b) apófisis media, c) apófisis terminal en forma de hoz y d) punta del embolo escondida detrás de la apófisis media. .... 36

<b>Figura 16.</b> Abundancia de madrigueras como el número de individuos de <i>Hogna carolinensis</i> presentes por cuadrante en el matorral sarcocaulé de El Comitán. ....	38
<b>Figura 17.</b> Porcentaje de individuos de <i>H. carolinensis</i> por estadio para cada cuadrante de las zonas P y NP. ....	40
<b>Figura 18.</b> Modelo de fenología propuesto para <i>H. carolinensis</i> El color gris significa ocurrencia hipotética. ....	42
<b>Figura 19.</b> Abundancia relativa en relación a la temperatura por mes de muestreo. ....	43
<b>Figura 20.</b> Abundancia de madrigueras como el número de individuos de <i>Hogna carolinensis</i> presentes por cuadrante en la selva baja de Las Cacachilas. ....	44
<b>Figura 21.</b> Porcentaje de individuos de <i>H. coloradensis</i> por estadio para cada cuadrante de las zonas P y NP. ....	46
<b>Figura 22.</b> Modelo de fenología propuesto para <i>H. coloradensis</i> El color gris significa ocurrencia hipotética. ....	47
<b>Figura 23.</b> Abundancia relativa en relación a la temperatura por mes de muestreo. ....	48
<b>Figura 24.</b> Madriguera de <i>H. Coloradensis</i> . ....	51
<b>Figura 25.</b> Correlación entre abundancia y distancia a la perturbación. ....	56
<b>Figura 26.</b> Correlación entre abundancia y porcentaje de perturbación. ....	57
<b>Figura 27.</b> Correlación entre abundancia y densidad aparente. ....	57

## Lista de tablas

<b>Tabla I.</b> Abundancia relativa de <i>H. carolinensis</i> como el número de madrigueras activas por mes, por cuadrante en las zonas P y NP durante un ciclo anual. Se subraya el valor más alto y se muestra con un asterisco el valor más bajo. ....	39
<b>Tabla II.</b> Número de ejemplares de <i>H. carolinensis</i> distribuidos por estado de desarrollo/ cuadrante/mes en el matorral xerófilo del Comitán. ....	41
<b>Tabla III.</b> Estimación de la abundancia relativa (Individuos/ m <sup>2</sup> ) de <i>H. coloradensis</i> como el número de madrigueras activas por mes/por cuadrante en la zona P y NP durante un ciclo anual. Se subraya el valor más alto y se muestra con un asterisco el valor más bajo. ....	45
<b>Tabla IV.</b> Número de arañas de <i>H. coloradensis</i> capturadas por mes y su estado de desarrollo por cuadrante en la selva baja caducifolia de las Cacachilas. ....	46
<b>Tabla V.</b> Estructura de las madrigueras de <i>H. carolinensis</i> . y su relación con las medidas corporales. Se subrayan los valores que arrojaron diferencias significativas en las pruebas U de Mann Whitney, y se muestra entre paréntesis la n. ....	49
<b>Tabla VI.</b> Correlación de Spearman N = 30. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa, $p > 0.05$ . ....	50
<b>Tabla VII.</b> Estructura de las madrigueras de <i>H. coloradensis</i> . y su relación con las medidas corporales. Se muestra entre paréntesis la n. ....	52
<b>Tabla VIII.</b> Correlación de Pearson n = 10. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa. ....	53
<b>Tabla IX.</b> Características bióticas y abióticas por cuadrante para el Comitán. ....	53
<b>Tabla X.</b> Correlación de Pearson N = 4. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa (Dist Pert = distancia a la perturbación, Dens Ap = densidad aparente del suelo, NDVI = índice de vegetación de diferencias normalizadas. M.O Materia orgánica, Limo, Desechos, Ab= Abundancia de arañas, Temp = Temperatura ambiental y HR = Humedad relativa. ....	56
<b>Tabla XI.</b> Características bióticas y abióticas por cuadrante para las Cacachilas. ....	58
<b>Tabla XII.</b> Correlación de Pearson N = 3. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa. ....	60

## 1. INTRODUCCIÓN

Los asentamientos farol humanos traen consigo la modificación de las condiciones prístinas de los ecosistemas, alterando la disponibilidad de los microclimas naturales. Las construcciones humanas, carreteras, áreas de desmonte y los campos de cultivo alteran la temperatura, la humedad, el tipo y la densidad de la vegetación, la disponibilidad de presas, así como la presencia de depredadores y la disponibilidad de refugio, además de las condiciones de anidación de los ecosistemas naturales (Durán-Barrón *et al.*, 2009). La fragmentación del hábitat, causada por la creciente urbanización, ha resultado en la pérdida de una gran cantidad de biodiversidad, así como de grandes modificaciones en la dinámica de las poblaciones naturales de las áreas recientemente ocupadas por el hombre (Gibb y Hochuli, 2002), sin embargo, podemos decir que el resultado de este fenómeno no influye de la misma manera a todas las especies debido a que puede ser perjudicial para algunas, pero a la vez benéfico para otras (Durán-Barrón *et al.*, 2009). Ejemplo de esto es el caracol de tierra *Cepaea nemoralis* que se ve afectado de forma positiva por los asentamientos humanos al proveerse de refugio y las condiciones favorables de humedad, mientras que el mirlo *Turdus merula*, depredador natural de *C. nemoralis* evita la cercanía a edificios y carreteras, probablemente debido a los accidentes automovilísticos y la interrupción de sus ciclos de anidación debido encuentros con el hombre (Rosin *et al.*, 2017).

Existen especies silvestres que encuentran la satisfacción a sus requerimientos físicos y biológicos en los hábitats creados por el hombre, o que simplemente sobreviven en ellos debido a que las características ambientales de dichos microclimas están dentro de sus límites de tolerancia (Mourier *et al.*, 1979). A la asociación entre estas especies y las perturbaciones humanas se le denomina sinantropismo (Durán-Barrón *et al.*, 2009). La selección de las características ambientales por parte de determinadas especies es un método útil para evaluar el grado de perturbación del ecosistema, puesto que es un mecanismo complejo que las especies emplean para su desarrollo e implica una serie de características físicas y biológicas específicas en las cuales las especies puedan prosperar. Dichas características son la

temperatura, humedad relativa, tipo de suelo, la disponibilidad de alimento, disponibilidad de refugio y la densidad vegetal (Ward y Lubin, 1993). Ejemplo de esto es el trabajo de Machkour *et al.* (2007) en el que se evaluó la selección del hábitat de la araña *Brachypelma vagans* por medio del análisis de la estructura vegetal alrededor de las madrigueras, así como su preferencia por el tipo de suelo en diferentes lugares, en relación a la abundancia de la especie. Existe también el trabajo de Ibarra-Núñez (2014) en el que se presenta un caso de estudio que evalúa los cambios en algunas variables de los hábitats de las arañas, derivados de alteraciones como fragmentación del hábitat, deforestación o extracción de madera, o producidos por organismos invasores. Estos estudios han evidenciado que las arañas pueden detectar esas alteraciones tanto a nivel de especie (poblacional), como a nivel de ensamble (familias o gremios).

Es bien sabido que las comunidades de arañas en los ecosistemas terrestres varían estructuralmente como respuesta a cualquier cambio o disturbio ambiental (Maelfait y Hendrickx, 1990). Su distribución, abundancia y diversidad se ven directamente influenciadas por la estructura del hábitat en el que se desarrollan (Evans 1997; Hatley y MacMahon, 1980; Lubin, 1978; Whitmore *et al.*, 2002).

Las arañas del género *Hogna* (Lycosidae: Araneae), poseen características que se consideran útiles para detectar las respuestas de los ecosistemas a las perturbaciones antropogénicas (Carignan y Villard, 2002; Marc *et al.*, 1999; McGeoch, 1998; Niemi y McDonald, 2004), tales como ciclos de vida relativamente cortos (indicadores de cambios a corto plazo), poca movilidad y marcada tendencia a ser sedentarias, además de que son uno de los grupos dominantes de macro-invertebrados en el ecosistema (Ibarra-Núñez, 2014).

Por lo anterior, este estudio tiene la finalidad de conocer la diversidad, abundancia y distribución de dos especies género *Hogna*, en dos comunidades vegetales: el matorral xerófilo y selva baja caducifolia y evaluar su papel como posible indicadora de perturbación antropogénica.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Arañas como indicadoras de perturbación antropogénica.

Las arañas (Araneae) constituyen uno de los grupos de animales con mayor diversidad de especies y una amplia distribución geográfica, ya que se encuentran en casi todos los hábitats terrestres (Ibarra-Núñez, 2014; Jiménez, 1996; Turnbull, 1973) tanto naturales como modificados por el hombre, ya sean agrícolas, forestales o urbanos (Duran-Barron *et al.*; Foelix, 2011; Jiménez y Tejas, 1996; Jiménez, 1998).

En las zonas desérticas, las arañas desempeñan un papel fundamental en el ecosistema, puesto que constituyen uno de los grupos de depredadores más importantes (Cloudsley-Thompson, 1983). Las arañas cazadoras errantes son tan abundantes que llegan a representar hasta el 87% de las arañas de algunos desiertos (Polis y Yamashita, 1991), y las de gran tamaño, como las Lycosidae, son valiosos componentes del gremio insectívoro (Punzo, 2000). Diversos autores han descubierto que determinados factores ambientales como el tipo de suelo y la vegetación juegan un papel fundamental en la determinación de selección de microhábitats por estos arácnidos (Miller y Miller, 1984; Punzo, 2007; Shook, 1978).

Existe una gran variedad de estudios que evalúan las comunidades de arañas en relación a diferentes tipos de perturbación de origen antropogénico en diferentes ambientes. Ambalaparambil *et al.* (2005) evaluaron la variación estacional de la abundancia de la comunidad de arañas en un cultivo de arroz en India. Este estudio reportó un incremento en la abundancia de especies raras en la comunidad de arañas proporcional al crecimiento del cultivo, concretamente se observó una dominancia de especies de licósidos en los primeros estadios de crecimiento del cultivo y un incremento en la diversidad de arañas de los diferentes gremios, en los últimos estadios del cultivo, como resultado de un hábitat más complejo. Chen y Tso (2004), evaluaron el impacto de la actividad antropogénica en la diversidad de arañas de una isla tropical en Taiwan, comparando hábitats con diferente grado de perturbación, donde reportaron que la composición y estructura de las comunidades de

arañas de la isla fueron significativamente diferentes entre los distintos tipos de hábitats estudiados. Estos autores no reportaron diferencias en los tipos de hábitat en cuanto a riqueza de especies, pero si una mayor abundancia en el ecosistema con menor grado de perturbación y una considerable diferencia en cuanto a composición de especies en los diferentes tipos de hábitats. Los ecosistemas con un menor grado de perturbación presentaron una dominancia de especies tejedoras, mientras que el de mayor grado de perturbación presentó una mayor proporción de especies errantes. En 2000, Moretti analizó la respuesta ecológica en los hábitats del suelo del bosque de castaños ante incendios forestales, usando especies epigeas de arañas como indicadoras. En este estudio se reportó una mayor riqueza de especies en los sitios con incendios recurrentes, lo que explica un incremento en la heterogeneidad estructural del hábitat que provee un amplio mosaico de condiciones microclimáticas. Existen también, otros estudios sobre la diversidad de arañas de las zonas áridas relacionada a diferentes grados de perturbación tales como pastoreo, monocultivos y contaminación del suelo (Forbes *et al.*, 2005; Ghavami, 2008; Maelfait y Hendrickx, 1997; Pluess *et al.*, 2008).

En México, existen pocos estudios sobre este tema, tales como el de Maya-Morales *et al.* (2012), que estudiaron la diversidad de arañas en el bosque mesófilo de montaña de Chiapas, en dos sitios con diferente grado de perturbación. En su estudio, Morales *et al.* reportaron la influencia de perturbación humana sobre las comunidades de arañas de esa zona, donde la riqueza de especies fue significativamente mayor en el entorno natural, con respecto al sitio perturbado. Existe también el trabajo de Machkour *et al.* (2005), en el que se describe la estructura de una población de *Brachypelma vagans* (Theraphosidae) en relación con la intensidad de la actividad humana. En este trabajo se reporta que aun cuando *B. vagans* se encuentra presente solamente en hábitats perturbados, existe una relación negativa entre la densidad de arañas y la intensidad de la actividad humana.

En los trabajos de Durán-Barrón *et al.* (2008), Lara *et al.* (2013) y Salazar-olivós y Solís-Rojas (2015), se estudió la diversidad de arañas asociadas a hábitats antropogénicos en la Ciudad de



México, el Estado de México y Tamaulipas, respectivamente, en los cuales se determinó a los lycósidos como presentes de forma común u ocasional en viviendas de dichas regiones.

Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2015) estudiaron la diversidad y abundancia estacional de arañas antropogénicas en diferentes zonas urbanas de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero. Estos autores reportaron que la familia Lycosidae representa el 7.9% de las especies de arañas asociadas a las casas de dicha ciudad, sin embargo, el género *Lycosa* se registró únicamente en las casas de la zona rural. Hénaut *et al.* (2015) reportaron un caso de variación geográfica en el dimorfismo sexual de la tarántula *B. vagans*. Ellos compararon cuatro diferentes áreas de muestreo y encontraron que el área con un mayor número de individuos fue la misma que presentó hembras de menor tamaño de todos los sitios, lo cual asociaron con el alto grado de competencia intraespecífica por los recursos del hábitat y al posible canibalismo. Para el estado de Baja California Sur solo existen los trabajos de Jiménez y Tejas (1996) y Jiménez (1998) donde se analizó la variación temporal de arañas en un agroecosistema y la diversidad de arañas asociadas a viviendas respectivamente. En el último, Jiménez reportó *Hogna carolinensis* (Walckenaer, 1805) presente en las viviendas de La Paz, así como en una localidad del matorral sarcocaula (Jiménez y Navarrete, 2010).

## **2.2 *Hogna* Wackenaer, 1805.**

### **Familia Lycosida**

#### **Taxonomía**

La Familia Lycosidae, pertenece al orden Araneae, de la clase Arachnida, Subphylum Chelicerata, Phylum Arthropoda (Ubick, 2005) y constituye la cuarta familia más diversa de arañas en el mundo con 2421 especies descritas en 124 géneros (World Spider Catalog 2016). De México se citan 15 géneros y 129 especies (Jiménez e Ibarra, 2008), entre los que se encuentran géneros excavadores como *Geolycosa*, *Hogna* algunas *Arctosa*, *Schizocosa*, *Alopecosa* (Dondale y Redner, 1990) *Tigrosa* (Brady, 2012) y *Lycosa*, éste último género presenta controversia junto con el género *Hogna*, en cuanto a su estatus taxonómico (Planas *et al.*, 2013).

## **Hábitos**

Las integrantes de la familia Lycosidae son comúnmente conocidas como arañas lobo por sus hábitos de emboscar a sus presas. Son arañas cazadoras errantes que se valen de su excelente visión y sus fuertes patas para capturar a su alimento que son principalmente artrópodos del suelo. Sin embargo, existen algunas especies tropicales y subtropicales del género *Sossipus* que utilizan redes en forma de embudo para capturar a sus presas (Brady 1962). El comportamiento característico de estas arañas es que las hembras cargan el saco de huevos adherido a sus hileras, y eventualmente a las crías recientemente eclosionadas que suben sobre el abdomen (Dondale y Redner, 1990).

Las arañas lobo habitan todos los ecosistemas terrestres y están presentes siempre como depredadoras dominantes (Gertsch, 1979), con especies errantes o total o parcialmente excavadoras de madriguera (Dondale y Redner, 1990). Las arañas excavadoras presentan uno de los hábitos más interesantes de la familia Lycosidae, que es construir túneles en el suelo dentro de los cuales pueden resguardarse y sobrevivir. Todas las arañas de madriguera en Norte América son relativamente grandes y la mayoría alcanza la madurez sexual en su segundo año de vida (Gertsch, 1979).

## **Género *Hogna***

### **Taxonomía**

Algunas especies de *Hogna* están adornadas con franjas claras y oscuras contrastantes, presentan quelíceros largos y muy fuertes con el promargen del surco queliceral por lo general con 3 dientes y retromargen con 3 dientes. El esternón por lo general es de color naranja o marrón rojizo e hirsuto. Generalmente las patas son largas y gruesas, de color naranja o de color marrón rojizo, raramente con anillos oscuros, y escópula bien desarrollada. El abdomen es ovoide, monótono o con bandas longitudinales contrastantes. La parte anterior del abdomen presenta sedas en forma de cepillo o curvadas. Los miembros de este género se distinguen de

otros por su prosoma de altura uniforme, y por sus genitales con características propias de cada especie (Dondale y Redner, 1990).

El género *Hogna* requiere revisión debido a que algunas de las especies agrupadas en él podrían ser separadas en dos o más géneros adicionales. Eventualmente Dondale y Redner (1990), consideran que ninguna de las especies de Lycosidae de Norte América pertenece al género *Lycosa*. En el mundo existen aproximadamente 236 especies del este género, de las cuales 24 son citadas de Norte América y 10 son registradas de México (World Spider Catalog, 2016). Aún cuando algunas de estas especies son verdaderos representantes del género, basado en morfología y análisis genéticos, otras probablemente estén enlistadas en distintos géneros, debido a la poca información existente de la descripción de las especies y a que se hace necesaria una buena revisión del género (Slowik y Cushing, 2007). Las especies registradas para México son: *Hogna archaeologica* (Chamberlin, 1925), *H. brevitarsis* (Pickard-Cambridge, 1902), *H. carolinensis* (Walckenaer, 1805), *H. coloradensis* (Banks, 1894), *H. guttatula* (Pickard-Cambridge, 1902), *H. longitarsis* (Pickard-Cambridge, 1902), *H. maasi* (Gertsch y Wallace, 1937), *H. oaxacana* (Gertsch y Wallace, 1937), *H. persimilis* (Banks, 1898) y *H. tlaxcalana* (Gertsch y Davis, 1940).

### **Hábitos**

Los miembros del género *Hogna* se encuentran en todo el mundo y varían de tamaño desde mediano hasta grande (de 10.0 a 24.0 mm), con cuerpos gruesos y patas fuertes que les confieren la característica de excavadoras. Poseen escópulas en sus patas que les permiten trepar las paredes de sus madrigueras para atrapar a las presas. Estas arañas habitan ecosistemas diversos y pueden ser nocturnas o diurnas según la especie (Dondale y Redner, 1990).

Las arañas del género *Hogna* como otros géneros de la familia Lycosidae, viven en madrigueras, individuales que construyen en el suelo, aunque existen también observaciones de arañas de este género, que ocupan madrigueras construidas por otras arañas o incluso otros grupos animales. Las madrigueras sobresalen del suelo como pequeñas chimeneas o cilindros

abiertos por arriba, con un reborde cuidadosamente construido de ramas, hojas y rocas pequeñas, que circunda la entrada (Shook, 1978). Varios autores proponen que este género presenta una madriguera en su etapa juvenil, y otra distinta durante la etapa adulta, o que no poseen madriguera en los primeros estadios (Miller y Miller, 1984; Punzo, 2003; Shook, 1978). Se cree que la función de las madrigueras de estas arañas es la de protegerse contra las condiciones del clima y contra los depredadores. Debido a las condiciones extremas de temperaturas durante el verano en los desiertos, la madriguera funge como refugio ideal contra las altas temperaturas y la falta de humedad en el ambiente, hasta que llega la noche y las condiciones se vuelven más favorables para la actividad (Shook, 1978).

### 3. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, los ecólogos reconocen que son pocos los ecosistemas libres de algún grado de influencia humana (McDonnell y Pickett, 1993), por lo que es importante realizar estudios que nos permita comprender la interacción entre los procesos ecológicos y humanos (Pickett, 2001).

Las especies indicadoras en ecología juegan un papel importante en la administración de los recursos tiempo y dinero, y son útiles para la toma de decisiones de conservación.

Se ha comprobado que las arañas del género *Hogna* (Lycosidae) están asociadas con asentamientos humanos, por lo tanto, este grupo puede ser útil como indicador de perturbación.

En Baja California Sur no se ha realizado ningún estudio sobre el tema, por lo que, con este trabajo se pretende estudiar a las arañas del género *Hogna* en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia, y comparar ambientes sin alteración o modificados por el hombre, para comprobar su vinculación con el grado de perturbación.

#### **4. HIPÓTESIS**

Esperamos que el género *Hogna*, sea sensible a los cambios en la estructura del hábitat y en las condiciones ecológicas, que conlleva una alteración por disturbio antropogénico, tanto en el matorral xerófilo como en la selva baja caducifolia.

Predecimos entonces, que tanto la composición específica de la comunidad de arañas, como la abundancia por especie, la estructura en edades y sexos, como la distribución espacial de las madrigueras y sus características físicas, serán dependientes de las condiciones ecológicas del micro hábitat considerado (no alterado o alterado), y por tanto estos parámetros podrían usarse como medidas indicadoras del grado de disturbio de un ecosistema.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Determinar la abundancia, composición específica y distribución espacial de las arañas del género *Hogna* en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia y evaluar su papel como posibles indicadoras de perturbación antropogénica.

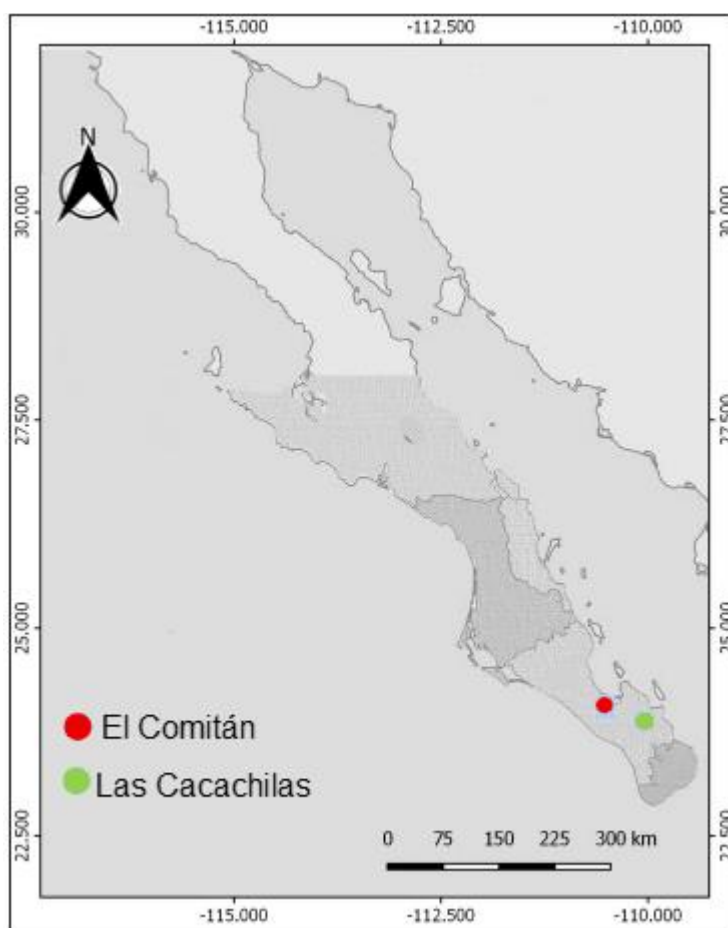
### **5.2 Objetivos particulares**

- 1.- Determinar la diversidad de especies del género *Hogna* en localidades del matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Baja California sur.
- 2.- Estimar la abundancia relativa y estacionalidad de las arañas del género *Hogna* en una zona perturbada y una no perturbada en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia.
- 3.- Caracterizar la estructura y distribución de las madrigueras de las arañas del género *Hogna* en la zona perturbada y la no perturbada en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia.
- 4.- Determinar las características bióticas y abióticas (temperatura, humedad, tipo de suelo, vegetación) en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia, como factores que influyan en la distribución de las madrigueras de esta especie.

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

### 6.1 Descripción del área de estudio

Para realizar este estudio, se seleccionaron dos localidades en la región del Cabo, Baja California Sur, una en el matorral sarcocaulé de la Reserva Laura Arriaga (El Comitán) y otra en la selva baja caducifolia en la Sierra de Las Cacachilas. En cada localidad, se seleccionaron cuatro sitios con diferente grado de perturbación (Fig. 1).



**Figura 1.** Localidades de muestreo. El Comitán y sierra de las Cacachilas, Baja California Sur, México.



### 6.1.1 El Comitán.

Esta localidad se encuentra a los 24°7'N, 110°25' O, a una altitud de 20 m y cerca de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México, con una extensión de 220 ha (León de la Luz *et al.*, 1996), ubicada en la ecorregión de la *Costa Central del Golfo*, cuya elevación máxima es entre 200 y 300 m sobre el nivel del mar. Es una zona de elevada temperatura y aridez, con precipitación procedente mayoritariamente de tormentas y huracanes provenientes del sur al final del verano y prácticamente sin precipitación de invierno. La vegetación predominante es el matorral xerófilo o sarcocaulé (León de la Luz, 2000; González-Abraham *et al.*, 2010). Se caracteriza por colinas desnudas y arroyos bordeados por cantos rodados y depósitos de arena, (Gonzalez-Abraham *et al.*, 2010). El matorral xerófilo cubre la mayor parte del territorio de la península de Baja California y se considera dentro de las comunidades vegetales menos afectadas por el hombre, debido a sus condiciones climáticas poco favorables (Rzedowski, 2006). Las especies dominantes son: matacora (*Jatropha cuneata*), lomboy (*Jatropha cinerea*), Pitaya (*Stenocereus gummosus*), cardón (*Pachycereus pringlei*), torote (*Bursera microphylla*), palo Adán (*Fouquieria diguetii*) y gobernadora (*Larrea tridentata*) (Gonzalez-Abraham *et al.*, 2010; Velderrain-Algara *et al.*, 2010) (Fig. 1).

### 6.1.2 Sierra de Las Cacachilas.

Esta sierra se localiza a los 23°58'07"N, 109°56'15"O y está ubicada a 53 km al sur de la ciudad de La Paz. Se encuentra en la ecorregión de la *Selva baja del Cabo*, que se extiende en el piedemonte de las montañas de la Región del Cabo entre 500 y 1,000 metros de altitud siendo los únicos bosques tropicales secos de Baja California (Gonzalez-Abraham *et al.*, 2010). La flora de esta comunidad es selva baja caducifolia, cuyas especies más representativas son el mauto (*Lysiloma microphyllum*), jacolosúchil (*Plumeria acutifolia*), cardón barbón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), colorín (*Erythrina flabelliformis*), ocote (*Gochmatia arborescens*), palo de arco (*Tacoma stans*) y torote (*Bursera microphylla*) (Gonzalez-Abraham *et al.*, 2010; Velderrain-Algara *et al.*, 2010). La mayor parte de la

precipitación proviene de ciclones y tormentas tropicales del Pacífico tropical entre 200 y 400 mm anuales. La temperatura promedio anual varía entre 22 a 24 °C (Fig. 1).

## **6.2 Trabajo de campo.**

### **6.2.1 Determinación de las parcelas de estudio.**

En cada una de las localidades se delimitaron seis sitios de muestreo en forma de cuadrantes de 50 x 50 metros, tres de estos cuadrantes fueron determinados como perturbados (P1, P2 y P3) y tres como no perturbados (NP1, NP2 y NP3).

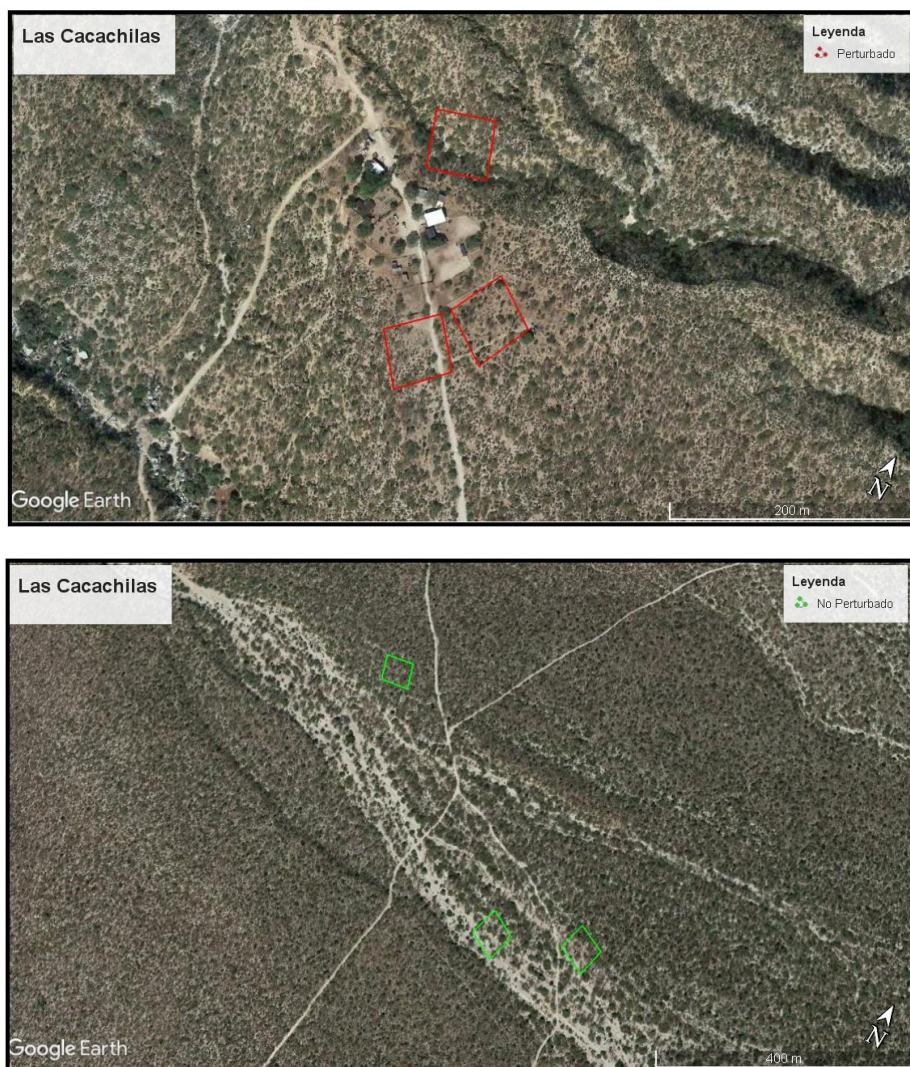
Destinamos cuatro cuadrantes (P1, P2, NP1 y NP2) para monitoreo de actividad de las arañas y dos (P3 y NP3) para recolecta sistemática (Figs. 2 y 3).

### **6.2.2 Determinación del grado de perturbación.**

Se midió además la cercanía de cada cuadrante con las carreteras o caminos representada en metros lineales (Dist Pert.), y el % cubierto por infraestructuras de origen antropogénico en las cercanías de cada cuadrante (% Pert.). El porcentaje de infraestructura se determinó como el porcentaje de cobertura en una circunferencia con un radio de 100 metros alrededor de cada cuadrante de muestreo, tomándose en consideración las zonas de desmonte, carreteras, caminos y edificios. Con ayuda del programa Image J, e imágenes obtenidas de google earth, se obtuvo el área de la circunferencia de 100 metros de radio, se obtuvo después el área cubierta por todas las infraestructuras antes mencionadas. Tomando en cuenta el área total del círculo, se calculó el porcentaje de este ocupado por algún tipo de infraestructura de origen antropogénico (Fig. 4). Se determinó la cantidad de desechos de origen antropogénico presentes en cada cuadrante (Basura), para ello, en cada cuadrante se delimitaron cinco parcelas de manera aleatoria, cada una de 1m x 1m. En cada parcela se recolectó toda la basura encontrada dentro de estas y fue llevada al laboratorio para ser pesada y representada en gramos (Fig. 5).



**Figura 2.** El Comitán. En color rojo se encuentran marcados los cuadrantes con perturbación de origen antropogénico y en color verde los cuadrantes de la zona no perturbada.



**Figura 3.** Sierra de las Cacachilas. En color rojo se encuentran marcados los cuadrantes con perturbación de origen antropogénico y en color verde los cuadrantes de la zona no perturbada.



**Figura 4.** Cuadrante P1 (muestra). El círculo representa el 100% del área a la cual se le restó el porcentaje cubierto por infraestructura de origen antropogénico para cada cuadrante.



**Figura 5.** Basura encontrada en uno de los cuadrantes de la zona perturbada.

### **6.2.3 Diversidad de especies del género *Hogna***

Para determinar la diversidad de especies del género *Hogna*, se realizaron recorridos diurnos, y nocturnos tanto en El Comitán como en las Cacachilas, dentro de cada cuadrante.

Para ambas localidades, cada mes se recorrió cada cuadrante durante los días consecutivos necesarios para cubrir toda la extensión. Los censos mensuales se realizaron durante el día, en un horario de 7 am a 4 pm. Se realizó un censo nocturno por mes para cada localidad, sorteando los cuadrantes de manera consecutiva, dentro de un horario de 6 pm a 10 pm.

En cada recorrido, tanto diurno como nocturno, se localizaron las madrigueras y se extrajeron las arañas con ayuda de un gancho metálico sin punta (ver procedimiento más abajo).

#### **El Comitán**

Se llevó a cabo una expedición mensual diurna y nocturna a partir de agosto del 2016 y hasta agosto del 2017 para la localidad del Comitán, excluyendo los meses de enero y julio del 2017. Los primeros dos meses fueron exploratorios y se realizó además la colecta de organismos en los cuadrantes determinados para identificación de especies (P3 y NP3).

#### **Sierra de Las Cacachilas**

Para la Sierra de las Cachilas se llevó a cabo una expedición mensual diurna y nocturna durante seis meses, a partir de diciembre del 2016 y hasta agosto del 2017, excluyendo los meses de enero, febrero y julio del 2017. Para esta localidad la colecta de organismos dentro de los cuadrantes determinados para identificación de especies (P3 y NP3), se realizó durante los mismos meses que se llevaron a cabo los monitoreos mensuales.

### 6.2.3.1 Procedimiento de captura para identificación y medición

**Censos diurnos:** Una vez localizada una madriguera, de forma cuidadosa, se introdujo el gancho pegado a una de las paredes de la madriguera, una vez en el fondo se empujó el gancho hacia el lado contrario, con la intención de empujar cuidadosamente a la araña hacia la superficie y poder capturarla sin lastimarla (Fig. 6). Una vez en la superficie, se capturó a la araña haciéndola entrar en frasco plástico de 5.5 cm de diámetro dirigido hacia la entrada de la madriguera, empujándola cuidadosamente con el gancho hacia el interior (Fig. 6b). Con la araña capturada, el frasco se agitó cuidadosamente para que la araña expandiera sus patas, procediendo entonces a identificar la especie y realizar las mediciones morfométricas. Para este proceso, se levantó el frasco a contraluz y se colocó una regla graduada de 30 cm debajo del frasco. Se midió la longitud total de la araña de manera diagonal desde la punta de la primera pata hasta la punta de la cuarta pata del lado contrario, siempre considerando la primera pata del lado izquierdo como la pata número uno. Las medidas de longitud total del cuerpo y longitud del caparazón se tomaron introduciendo la regla en el frasco en una posición horizontal, evitando el escape, o bien colocando a la araña sobre el suelo restringiéndole la huida con la libreta de campo, y midiendo a la araña dorsalmente con ayuda de una regla graduada en cm (Fig. 6c).

En los recorridos nocturnos utilizamos linternas de luz blanca para percibir el reflejo de la luz en los ojos de las arañas activas. Con sigilo se atraparon a las arañas fuera de las madrigueras cubriéndolas con el frasco de plástico y obligándolas a permanecer dentro. Las arañas que escapaban a sus madrigueras fueron extraídas con el gancho metálico. 6 ejemplares para El Comitán y 4 para Las Cacachilas, además de 10 juveniles para cada zona, fueron incluidos en alcohol al 90%, debidamente etiquetado con los datos de colecta y transportado al laboratorio de Aracnología y Entomología del CIBNOR para su identificación (Fig. 6d). Permiso de colecta: Oficio Núm. SGPA/DGVS/01059/. Los ejemplares fueron determinados por medio de la observación al microscopio de los genitales: el epigineo en el caso de las hembras y los pedipalpos en el caso de los machos. Los especímenes fueron identificados a nivel genérico y específico por medio de literatura especializada (Ubick *et al.*, 2005).



**Figura 6.** Procedimiento de captura para identificación y medición de especímenes. a) Método de extracción de las arañas de dentro de la madriguera. b) macho de *H. carolinensis* capturado para su identificación en laboratorio. c) toma de medidas de longitud total del cuerpo y caparazón, y d) ejemplar etiquetado para su identificación en el laboratorio.



#### **6.2.4 Abundancia relativa, y estructura de las poblaciones de las especies del género *Hogna* y patrones de actividad.**

##### **El Comitán**

A partir del mes de octubre del 2016, excluyendo enero y julio del 2017 se llevó a cabo el censo de madrigueras e individuos de las especies del género *Hogna* dentro de cada cuadrante de muestreo de forma mensual (P1, P2, NP1 y NP2).

##### **Sierra de las Cacachilas**

Para el área de las Cacachilas se llevó a cabo un muestreo mensual durante 6 meses, a partir de diciembre del 2016, excluyendo los meses de enero, febrero y julio del 2017 dentro de los cuadrantes P1, NP1 y NP2. El cuadrante P2 fue excluido del estudio debido a que este fue invadido por ganado en el segundo mes de muestreo y el 95% de los nidos fueron destruidos y las banderolas de marcaje desubicadas.

##### **6.2.4.1 Abundancia de madrigueras**

Dentro de cada cuadrante se registró individualmente cada madriguera y el número total de madrigueras. Cada madriguera se marcó con una banderola donde se anotó el número además de la clave del cuadrante en el que se registró. Las banderolas se ubicaron a menos de 10 centímetros de cada madriguera para facilitar su posterior localización y monitoreo (Fig. 7a). En cada monitoreo mensual se registró para cada madriguera la presencia/ausencia de individuos o si se encontraba activa o inactiva. Se tomaron como madrigueras activas aquellas en las que se encontró un habitante, o bien las que presentaron una torre bien formada y firme y sin indicios de otros posibles ocupantes como telarañas en el orificio de entrada, o bien, aquéllas que, en caso de presentar túmulo de tierra, estos se encontraran con tierra suelta como señal de actividad (Fig. 7b). A partir del segundo mes de muestreo se registraron también las madrigueras nuevas para cada cuadrante. Para determinar el número de madrigueras activas

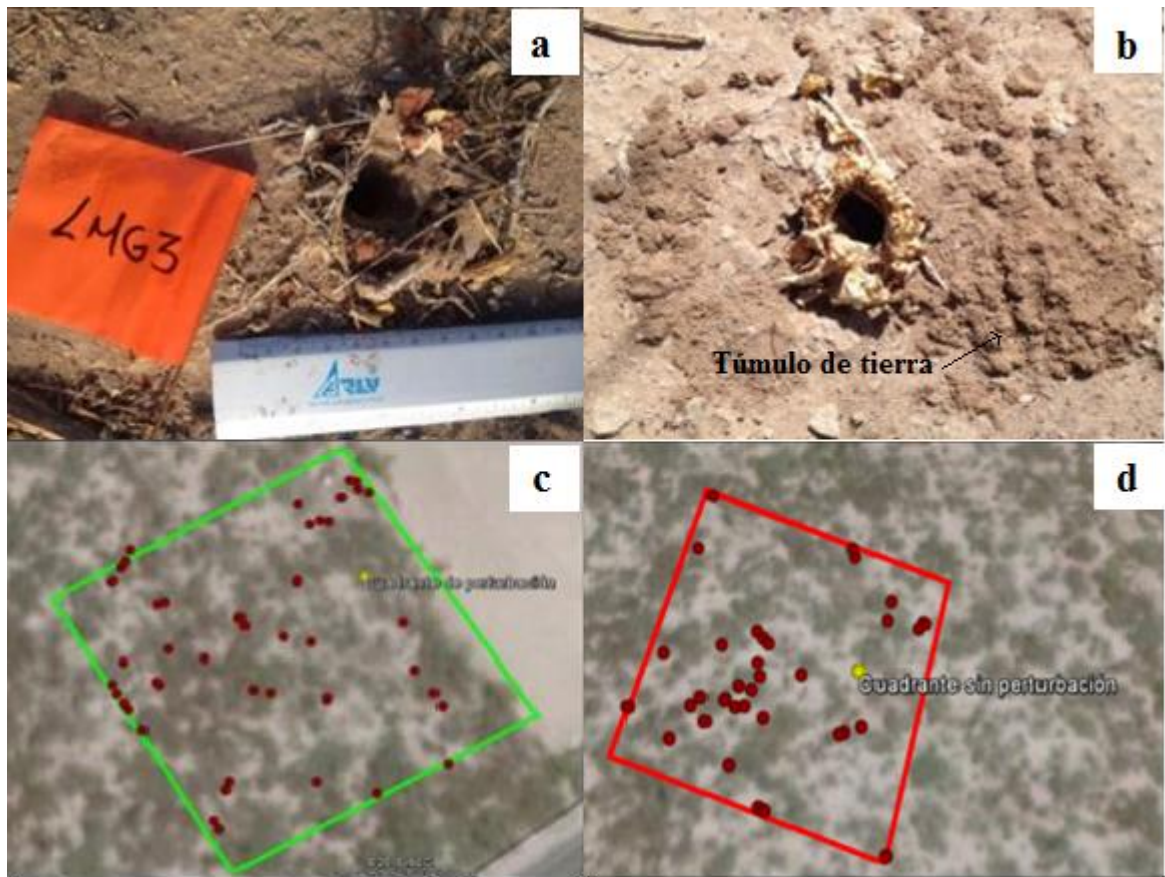
por mes, se consideraron todas las madrigueras activas presentes en el cuadrante, independientemente del mes en que estas fueron encontradas por primera vez.

#### **6.2.4.2 Estructura poblacional**

Para determinar la estructura de edades y proporción de sexos de la población, de cada cuadrante se extrajeron las arañas con la técnica anteriormente mencionada, y de cada ejemplar se determinó su estado de desarrollo y en los adultos el sexo. A todos los ejemplares se les tomaron medidas morfométricas: largo y ancho del caparazón, longitud del cuerpo (LC) y largo de las patas (LP), posteriormente los ejemplares fueron liberados de inmediato frente su madriguera para su posterior monitoreo. Se registró el número de individuos y su estadio ontogénico. Los muestreos nocturnos se realizaron con la ayuda de linternas de luz blanca para percibir el reflejo en los ojos de las arañas que se encontraban alrededor de su madriguera. En estos casos nos aproximamos a la araña de forma cautelosa para evitar intimidarla y que ésta se adentrara de nuevo en la madriguera, atrapándola rápidamente con ayuda de pinzas o colocando la boca del frasco de recolecta directamente sobre la araña. En todos los casos registramos la localización exacta de cada una de las madrigueras con un sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) (Figs. 7 c y d).

#### **6.2.4.3 Determinación de la actividad**

Durante los censos diurnos como en los nocturnos, se registraron como activas a aquellas arañas que se encontraran fuera o cerca del orificio de entrada de la madriguera.



**Figura 7.** Marcaje y medición de madrigueras a) Madriguera Marcada con banderola, b) Madriguera activa de *H. carolinensis* con túmulo de tierra suelta, c y d) Madrigueras marcadas en un cuadrante de la zona perturbada y otro de la no perturbada. Los puntos en color rojo representan las madrigueras presentes en un cuadrante perturbado y uno no perturbado de la localidad del Comitán.

### 6.2.5 Disposición espacial de las poblaciones y caracterización de las madrigueras.

#### El Comitán.

Para caracterizar la distribución y estructura de las madrigueras tanto en la zona perturbada como en la no perturbada, se tomaron las siguientes medidas: a) diámetro de la entrada (DM), b) diámetro de la torre (DTor), c) altura de la torre (ATor) (Fig. 8), d) la distancia entre la madriguera y el arbusto más cercano, diferenciando aquellas madrigueras que se encontraron entre la vegetación o cubiertas por esta (entre), de aquellas encontradas en un área sin vegetación (fuera). Cada madriguera se inspeccionó en busca de araña y se registró

su estado de desarrollo (adultos: hembras y machos, hembras con ovisaco, preadultos: hembras y machos o juveniles). Asimismo, los individuos se midieron para determinar si existe una relación entre talla y estadio de la araña con la estructura de sus madrigueras en ambos sitios.

Se midió la longitud de las patas de las arañas capturadas, desde la punta de la primera pata hasta la punta de la octava pata en diagonal al cuerpo (LP); largo (LCa) y ancho del caparazón (ACa) y la longitud total del cuerpo (LC) (Fig. 9). Cuando fue posible, se tomó una fotografía de cada individuo y su madriguera para llevar un registro.



**Figura 8.** Mediciones de las madrigueras. a) Diámetro de la entrada de la madriguera, b) Diámetro de la torre y c) Altura de la torre.



**Figura 9.** Mediciones de las arañas. a) Longitud de las patas, b) ancho del caparazón, c) largo y d) longitud total del cuerpo.

Para conocer la estructura de las madrigueras se excavaron y analizaron 15 madrigueras dentro del cuadrante de recolecta de la zona perturbada (P3) y 15 más en el de la no perturbada (NP3).

La excavación de cada madriguera se llevó a cabo de la siguiente manera: El primer paso fue introducir el gancho metálico hasta el fondo para conocer la profundidad y la dirección del túnel. El gancho metálico se dejó como guía a lo largo de la excavación, para poder seguir el trayecto del túnel en caso de derrumbe de tierra suelta. Con un tubo de papel aluminio, se tapó la entrada del túnel para evitar la entrada de tierra al momento de la excavación. Una vez determinada la dirección del túnel, se procedió a excavar un agujero al lado del mismo de aproximadamente 30 cm de profundidad por 30 cm de ancho, sin romper su estructura. Una vez terminado este agujero se procedió a romper cuidadosamente una de las paredes del túnel con ayuda de una espátula de 3 cm de ancho y una brocha pequeña para remover el exceso de tierra (Fig. 10). Esto hasta permitir ver el interior del túnel de forma lateral y una vez expuesto se tomaron las medidas correspondientes. Todo el procedimiento se llevó a cabo con cautela,

considerando que el habitante de la madriguera se encontraba dentro de la misma a la hora de la excavación. Finalmente se capturó el individuo encontrado en la cámara terminal (Fig. 11).

Para cada madriguera además de las medidas de los diámetros de la entrada y torre, y altura de la torre, se tomaron las siguientes medidas: a) profundidad del túnel (PTun), b) diámetro interno del túnel (DTun), y d) Ancho de la cámara terminal (ACT), además de la forma del mismo. De igual manera se anotó la presencia de restos de presas y/o mudas encontradas dentro de las madrigueras y túmulos de tierra en el exterior.



**Figura 10.** Proceso de excavación de una madriguera de *Hogna sp.*



**Figura 11.** Vista lateral de una madriguera excavada. a) Profundidad del túnel (PTun), b) diámetro del túnel (DTun) y c) ancho de la cámara terminal (ACT).

### Sierra de Las Cacachilas

Para la localidad de la sierra de Las Cacachilas solo fue posible llevar a cabo las excavaciones para la zona perturbada (P3). Esto se debió a que en la zona no perturbada el tipo de suelo donde se encontraron las madrigueras resultó inestable debido a una mayor presencia de arena, lo cual imposibilitó la excavación. En este sitio se excavaron solamente 10 madrigueras.

El procedimiento para la excavación de las madrigueras fue exactamente el mismo que se aplicó para la localidad del Comitán.

## 6.2.6 Caracterización ambiental, trófica y estructural del microhábitat

### El Comitán y las Cacachilas

#### 6.2.6.1 Humedad y temperatura

Se colocaron sistemas data logger de temperatura y humedad relativa, **HOBO Pro v2 ext temp/RH onset**, dentro y fuera de 19 madrigueras en los cuadrantes P1 (7), NP1 (4), P2 (4) y NP2 (4), para conocer las diferencias entre el exterior y el interior de estas. Los sistemas **HOBO** que fueron utilizados constan de dos canales de toma de datos. Uno de los canales fue colocado dentro de la madriguera, a unos 15 cm de la superficie, mientras que el otro se dejó en el exterior de la madriguera, sobre el suelo desnudo. Los datos se tomaron cada 30 minutos durante 72 horas por cada madriguera, y los data logger se recolocaron en una madriguera nueva una vez concurridas las 72 horas. Esto se hizo en el Comitán, pero no en las Cacachilas ya que el reducido diámetro de las madrigueras de la región no permitía introducir la sonda de los data loggers.

En ambas localidades, un sistema data logger más fue colocado dentro de cada cuadrante para tomar temperatura ambiental para su posterior comparación. Los datos se tomaron cada hora por 15 días en el mes de abril de 2018. Se tomaron también datos de temperatura con termómetro infrarrojo digital Laser Grip 774 dentro de las madrigueras, así como las temperaturas en el suelo abierto alrededor de las mismas para su comparación.

#### 6.2.6.2 Disponibilidad de presas

Para obtener la abundancia de presas se colocaron trampas de caída (pitfall) en cada cuadrante P1, NP1, P2 y NP2, en ambas localidades. Las tapas fueron hechas con botellas de plástico de 1 litro, recortando la boquilla para usarla en forma de embudo y colocando dentro un frasco con alcohol al 90% como agente letal y conservador para los ejemplares capturados. En cada cuadrante se colocaron 10 trampas en un transecto de línea con 5 metros de distancia entre



ellas. Las trampas fueron enterradas al ras del suelo y se les colocó una rejilla metálica de 20 x 20 cm a manera de tejado sobre cuatro rocas como soporte, para evitar la entrada de hojarasca (Fig. 12). Las trampas se dejaron trabajando por 5 días y se recogieron para su posterior análisis en el laboratorio.



**Figura 12.** Trampas de caída. a) Vista superior de trampa de caída para densidad de presas y b) Vista lateral de trampa de caída para densidad de presas.

### 6.2.6.3 Estructura del suelo

Se tomaron muestras de suelo de aproximadamente 500 g en cada uno de los cuadrantes P1, P2, NP1 y NP2 en ambas localidades y fueron llevadas al laboratorio de Edafología del CIBNOR, acreditado por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, para su análisis. El procedimiento consiste en secar las muestras al aire a temperatura ambiente. Una vez secas, se rompen los agregados con un mazo de hule y se tamizan a 2 mm, posteriormente se realizan los análisis físicos y químicos. Para cada muestra se realizaron pruebas de materia orgánica, densidad aparente y textura (% de arena, limo y arcilla). La materia orgánica indica el contenido de carbono orgánico que se encuentra en el suelo, para este parámetro se empleó el método AS-07 de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (Walkley y Black, 1934). La densidad aparente fue determinada por gravimetría. (Jackson, 1976). La textura está constituida por las 26 diferentes concentraciones de arenas (2.0-0.02 mm), limos (0.02-0.002 mm) y arcillas (<0.002 mm); y para evaluar este parámetro, se utilizó un Autoanalizador Laser Horiba LA-950V2 con el cual se determina la distribución de tamaños de partículas.

### 6.2.6.4 Estructura de la vegetación

La densidad vegetal dentro de cada cuadrante P1, P2, NP1 y NP2 en ambas localidades se determinó por medio del índice de vegetación de diferencias normalizadas (NDVI), realizado con el software libre QGIS en el laboratorio de SIG del CIBNOR.

El NDVI es un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda que es particularmente sensible a la cubierta vegetal (Gilabert *et al.*, 1997). La cubierta vegetal tiene una firma espectral que se caracteriza por el contraste entre la banda del rojo (entre 0,6 y 0,7  $\mu\text{m}$ .), la cual es absorbida en gran parte por las hojas, y el infrarrojo cercano (entre 0,7 y 1,1  $\mu\text{m}$ .), la cual es reflectada en su mayoría. Esta cualidad permite la realización de su valoración cualitativa, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$NDVI = \frac{(IRC-R)}{(IRC+R)} \quad (1)$$

Donde:

IRC es la reflectividad en el infrarrojo cercano

R es la reflectividad en el rojo. Varía su valor entre -1 y 1 (dpa.gov).

## **7. RESULTADOS**

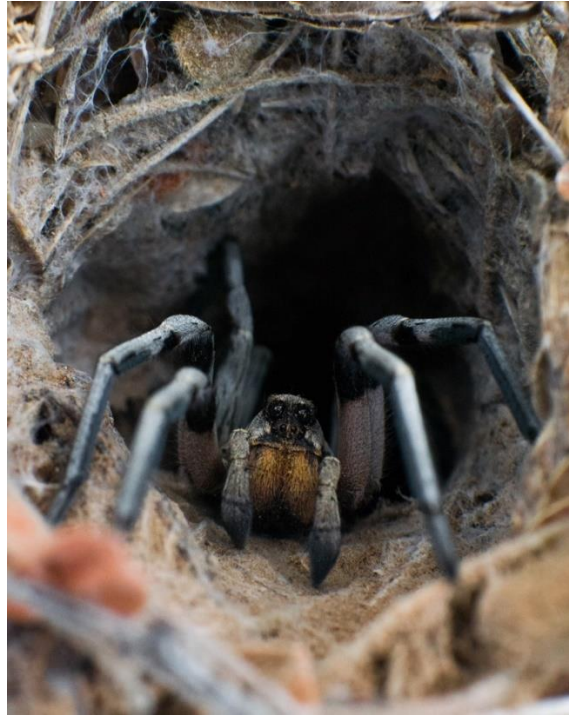
### **7.1 Objetivo particular 1**

Determinar la diversidad de especies del género *Hogna* en localidades del matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Baja California Sur.

#### **El Comitán**

En el matorral xerófilo del Comitán se registraron dos especies del género *Hogna*. Se colectaron 5 individuos adultos: 3 hembras y 2 machos, que fueron identificados como *H. carolinensis* (Walckenaer, 1805) (Jimenez, 1998), y un individuo hembra que fue identificado como *H. coloradensis* (Banks, 1894). Cabe destacar que, de esta última especie, solo 2 individuos hembra fueron registrados para la región en los 9 meses de muestreo, uno en la zona perturbada y uno en la no perturbada. Esta última es una especie que no estaba reportada para la península de Baja California, por lo que este constituye el primer registro de esta especie para esta parte del país.

*Hogna carolinensis* (Walckenaer 1895) (Fig. 13)



**Figura 13.** Macho de *Hogna carolinensis* en su madriguera.

**Diagnosis:** *Hogna carolinensis* puede distinguirse de otras especies por presentar el tegumento del prosoma uniformemente oscuro, de color marrón rojizo, cubierto con una capa densa de pelo marrón y gris, sin marcas distintivas en individuos adultos. En algunos una banda gris supramarginal en cada lado y una en el medio similar, a lo largo del dorso, que se ensancha desde atrás hacia adelante. Quelíceros negros, cubiertos con pelo de color amarillo anaranjado con más cerdas marrones y largas escasas. Tegumento de las patas marrón rojizo, además de esternón, coxas y parte ventral del abdomen, y ambos extremos internos de las tibias generalmente de color negro. Parte ventral de color negro marrón oscuro formando una línea media. Presentan cefalotórax de 10 mm o más. Las hembras con el abdomen marrón rojizo y una longitud total de 34.5 mm. Machos más esbeltos, pero con el mismo color que la hembra, con quelíceros muy densamente cubiertos con pelo gris-amarillento y la franja del surco de color rojo naranja, y longitud total de 21 mm (Chamberlin, 1908).

**Distribución:** *H. carolinensis* se distribuye desde Ontario en Canadá, en toda la región noreste de Estados Unidos; desde Nuevo Hampshire hasta el estado de Utah en el suroeste (Chamberlin, 1908), a través de estado de Baja California (Dondale y Redner, 1990) y hasta Baja California Sur (Jiménez, 1998).

**Hábitat y hábitos conocidos:** Las madrigueras de *H. carolinensis* son profundas (entre 15 y 20 cm) y tienen las entradas rodeadas por una torreta formada de ramas y hojas entretreídos con telaraña. Las hembras cargan a sus crías en el dorso después de la eclosión, y los machos son frecuentemente vistos merodeando en busca de hembras en los meses de octubre y noviembre (Chamberlin, 1908).

### **Sierra de Las Cacachilas**

En la selva baja caducifolia de Las Cacachilas se identificaron 4 hembras pertenecientes a la especie *Hogna coloradensis* (Banks 1894). No fue posible hasta el momento coleccionar ningún macho de la especie. Al igual que para el Comitán, este es el primer registro de la especie para la zona.

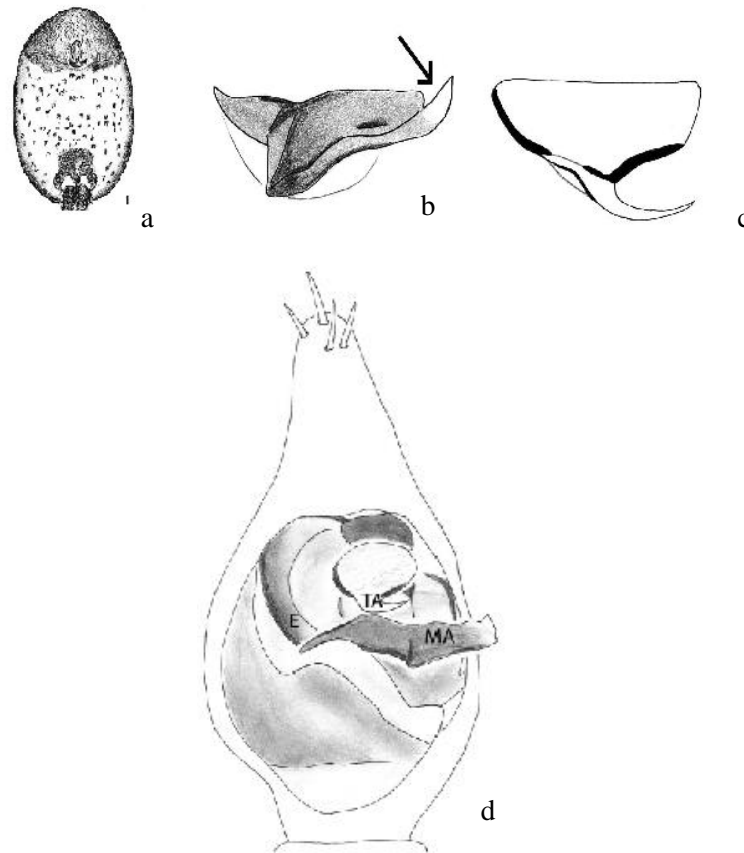
El índice de diversidad de Shannon para la localidad de las Cacachilas arrojó un valor de  $H' = 0$ , con una sola especie para ambas zonas.

*Hogna coloradensis* (Banks 1894) (Fig. 14).



**Figura 14.** Hembra de *Hogna coloradensis* con larva de Tenebriónido.

**Diagnosis:** *Hogna coloradensis* puede ser separada de las demás especies de *Hogna* y *Lycosa* por la presencia de un área oscura inmediatamente anterior al surco epigástrico, así como una pequeña zona oscura anterior a las hileras posteriores. El resto del abdomen es claro y con manchas. Los machos pueden ser identificados por la protuberancia final marcadamente levantada de la apófisis media, la apófisis terminal en forma de hoz, y la punta de émbolo oculta detrás de la apófisis media del pedipalpo (Fig. 15). Longitud máxima del macho 13.3 mm. Las hembras también se pueden identificar mediante la existencia de una ondulación a lo largo del borde lateral posterior del atrio del epigineo, además del septo medio que se expande hasta llenar la porción posterior del atrio, y la forma particular de las espermatecas. Estas alcanzan una longitud máxima de 18 mm (Slowik y Cushing, 2007).



**Figura 15.** Organos reproductores de *H. coloradensis*. a) vientre de hembra *Hogna coloradensis*. Pedipalpo del macho: b) apófisis media, c) apófisis terminal en forma de hoz y d) punta del embolo escondida detrás de la apófisis media.

**Distribución:** *Hogna coloradensis* se distribuye en los Estados Unidos desde el Este de Arizona, Nuevo México y Colorado hasta la frontera de Wyoming, el oeste de Texas, (Slowik y Cushing, 2007), Kansas y Nebraska (Chamberlin, 1908). De México se cita de Sonora y Chihuahua, siendo este el primer registro para Baja California Sur.

**Hábitat y hábitos conocidos:** *Hogna coloradensis* ha sido registrada con mayor abundancia en ambientes arenosos, con presencia de dunas y vegetación arbustiva escasa (Muma, 1980; Slowik y Cushing, 2007), y aluviones arenoso-arcillosos dominados por pastos bajos y arbustos. Muma (1975) reporta a *H. coloradensis* como excavadora obligada, sin embargo, se ha observado en el laboratorio que algunos especímenes utilizan las madrigueras artificiales cuando les fueron proporcionadas, sin mostrar necesidad de excavar su propia



madriguera. También se ha reportado la recolección de *H. coloradensis* en madrigueras de roedores u otros animales pequeños (Slowik y Cushing, 2007). Estos mismos autores reportan que en el suroeste de Estados Unidos, las madrigueras de *H. coloradensis* presentan un diámetro pequeño y una profundidad de entre 5 y 15 cm en forma recta, pudiendo presentar alguna desviación en caso de encontrar algún obstáculo; y reportan además que dichas madrigueras no presentan una torre de material vegetal como en otros géneros.

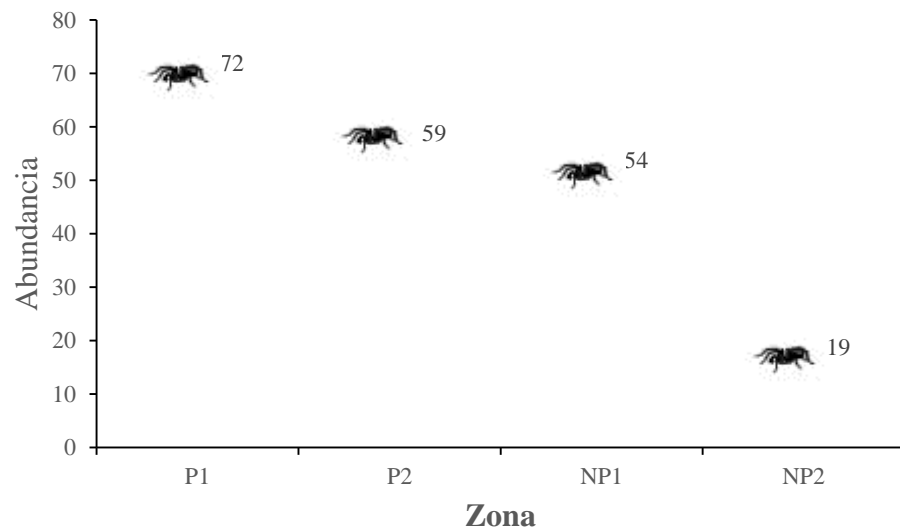
## 7.2 Objetivo particular 2

Estimar la abundancia relativa y estacional de las especies de arañas del género *Hogna* en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia, en una zona perturbada y una no perturbada.

### El Comitán: Matorral sarcocaulé

#### Abundancia en zonas Perturbadas vs No Perturbadas.

En esta localidad se registró un total de 204 madrigueras, 131 en la zona perturbada (P1 = 72 y P2 = 59) y 73 en la zona no perturbada (NP1= 54 y NP2 = 19). Se encontró diferencia significativa entre las abundancias de la zona perturbada y no perturbada ( $\chi^2 = 30.1$ , g.l. = 1,  $p = 0.398 \times 10^{-8}$ ) (Fig. 16).



**Figura 16.** Abundancia de madrigueras como el número de individuos de *Hogna carolinensis* presentes por cuadrante en el matorral sarcocaulé de El Comitán.

**Variación estacional del número de madrigueras activas/ individuos por mes entre zonas perturbadas vs no perturbadas.**

El mayor número de madrigueras activas (madrigueras activas = individuos presentes en la zona) se registró para los meses de otoño (noviembre, n = 136 y diciembre, n = 133) en toda la localidad. En el mes de noviembre se registraron 86 madrigueras activas para la zona P, y 50 para la NP, mientras que en diciembre se registraron 78 madrigueras para P y 55 para NP. A partir del otoño, el número de madrigueras activas disminuyó hasta los meses de verano, que fueron los que presentaron menor número de madrigueras activas (julio, n = 19 y agosto, n = 14). No se observó diferencia significativa entre cuadrantes ( $F(3,32)= 1.7, p= 0.14$ ) (Tabla I).

**Tabla I.** Abundancia relativa de *H. carolinensis* como el número de madrigueras activas por mes, por cuadrante en las zonas P y NP durante un ciclo anual. Se subraya el valor más alto y se muestra con un asterisco el valor más bajo.

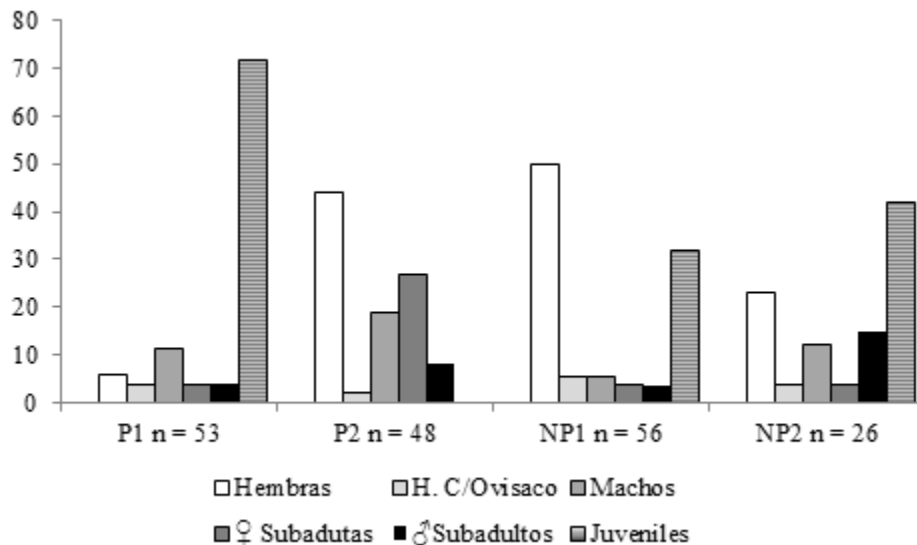
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>NP1</b>	<b>NP2</b>	<b>Total</b>
	<b>No. de Madrigueras Activas</b>				
<b>Octubre</b>	17	13	14	8	<b>52</b>
<b>Noviembre</b>	38	<u>48</u>	37	13	<b>136</b>
<b>Diciembre</b>	37	41	44	11	<b>133</b>
<b>Febrero</b>	19	15	32	7	<b>73</b>
<b>Marzo</b>	16	10	25	6	<b>57</b>
<b>Abril</b>	13	10	8	6	<b>37</b>
<b>Mayo</b>	9	8	8	4	<b>29</b>
<b>Julio</b>	6	6	3*	4	<b>19</b>
<b>Agosto</b>	3*	5	3*	3*	<b>14</b>

### Estructura poblacional en zonas perturbadas vs no perturbadas

Para determinar la estacionalidad del género, en esta localidad se registró un total de 183 individuos de *H. carolinensis* durante los meses de octubre del 2016 a agosto del 2017, 101 en la zona perturbada (P) y 82 en la no perturbada (NP).

Del total de ejemplares registrados para la zona perturbada (P) 41.5% fueron adultos, de los cuales 23.7% fueron hembras, 2.9 % fueron hembras con ovisaco, el 14.9% fueron machos y el 58.1% correspondió a preadultos y juveniles. Para la zona no perturbada (NP) el 53.7% de los individuos fueron adultos, donde el 41.4% fueron hembras, 4.8% fueron hembras con ovisaco, 7.3% machos y 46.3% juveniles.

Encontramos diferencias significativas entre la abundancia de individuos por estadio entre cuadrantes de la zona perturbada y no perturbada ( $\chi^2(1) = 16.257$ ,  $p=0.001$ ) (Tabla II). Los estadios que presentaron diferencias entre cuadrantes fueron solamente las Hembras ( $\chi^2(1) = 25$ ,  $p = 3*10^{-06}$ ), juveniles ( $\chi^2(1) = 27.5$ ,  $p = 9*10^{-10}$ ) y hembras subadultas ( $\chi^2(1) = 22$ ,  $p = 8*10^{-05}$ ) (Fig. 17).



**Figura 17.** Porcentaje de individuos de *H. carolinensis* por estadio para cada cuadrante de las zonas P y NP.

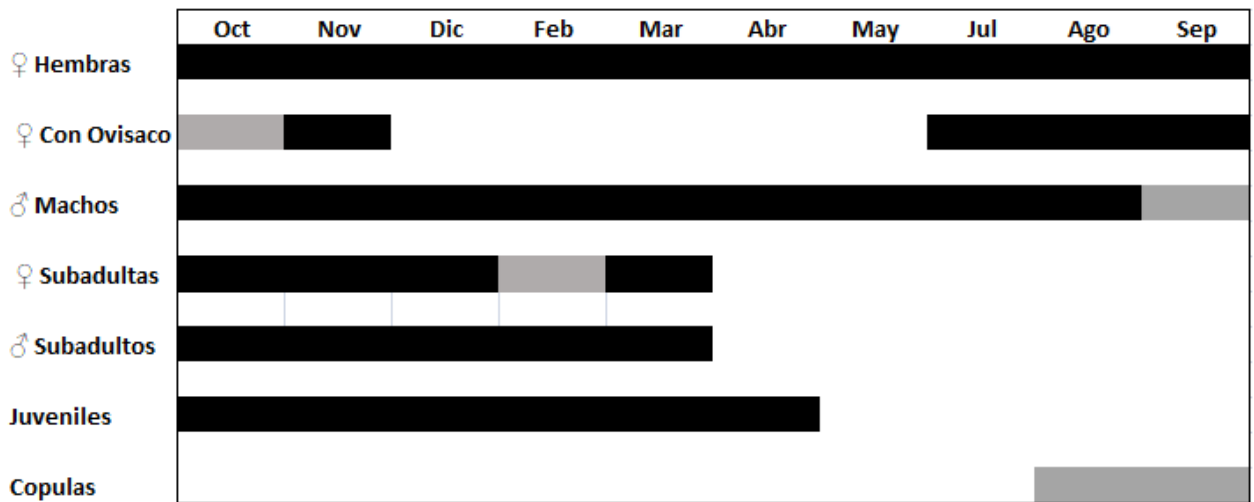
**Tabla II.** Número de ejemplares de *H. carolinensis* distribuidos por estado de desarrollo/ cuadrante/mes en el matorral xerófilo del Comitán.

	Octubre				Noviembre				Diciembre				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Julio				Agosto				Total				
	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	P1	P2	NP1	NP2	Estadios				
♀ Hembras	0	1	1	0	0	4	4	1	1	5	5	1	0	3	5	1	0	2	4	1	0	3	3	1	1	2	3	0	1	1	2	1	0	0	1	0	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>58</b>
♀c/Ovisaco	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	1	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
♂ Machos	0	1	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>21</b>
♀ Subadultos	0	3	1	0	1	4	1	0	1	3	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>18</b>
♂ Subadultas	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
Juveniles	8	0	2	2	10	0	5	4	9	0	7	4	6	0	3	0	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>67</b>
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>48</b>	<b>56</b>	<b>26</b>	<b>183</b>

### Ciclo fenológico anual en zonas perturbadas vs no perturbadas

De la presencia de individuos por estadio por mes para ambas zonas, podemos inferir que las copulas para la especie se llevan a cabo durante los meses de julio a agosto, y la crianza es de agosto a noviembre, durante la temporada de lluvias. Para los meses de mayo a julio no se registró presencia de juveniles.

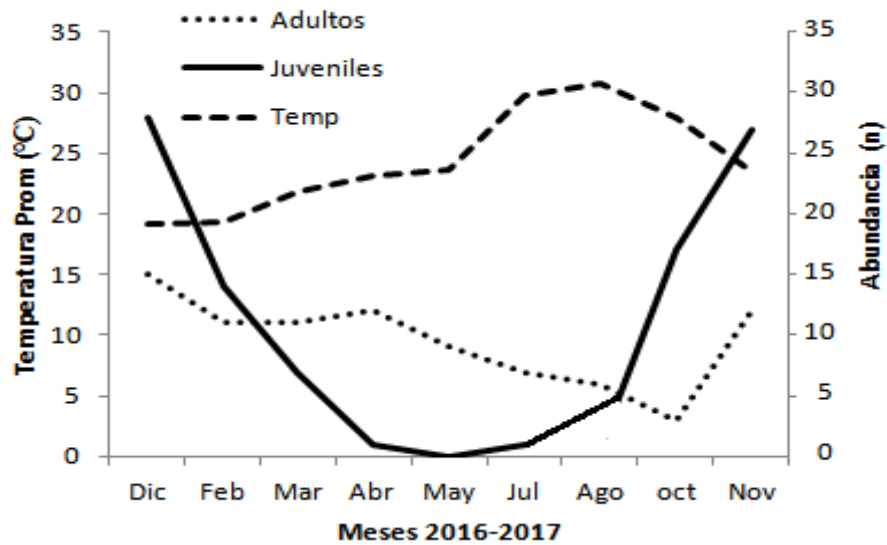
La zona perturbada registró presencia de individuos de todos los estadios durante un mayor número de meses que la no perturbada, a excepción de las hembras que estuvieron presentes en todos los muestreos para ambas zonas (Fig.18).



**Figura 18.** Modelo de fenología propuesto para *H. carolinensis*. El color gris significa ocurrencia hipotética.

### Relación de la abundancia con la temperatura ambiente.

Se comparó la abundancia de arañas con la temperatura promedio anual por mes (CONAGUA, 2017). Se obtuvo una marcada correlación negativa entre la temperatura promedio y la abundancia de adultos  $r = -0.84$  ( $p < 0.05$ ). Los juveniles estuvieron prácticamente ausentes durante los meses de abril a agosto (Fig. 19).



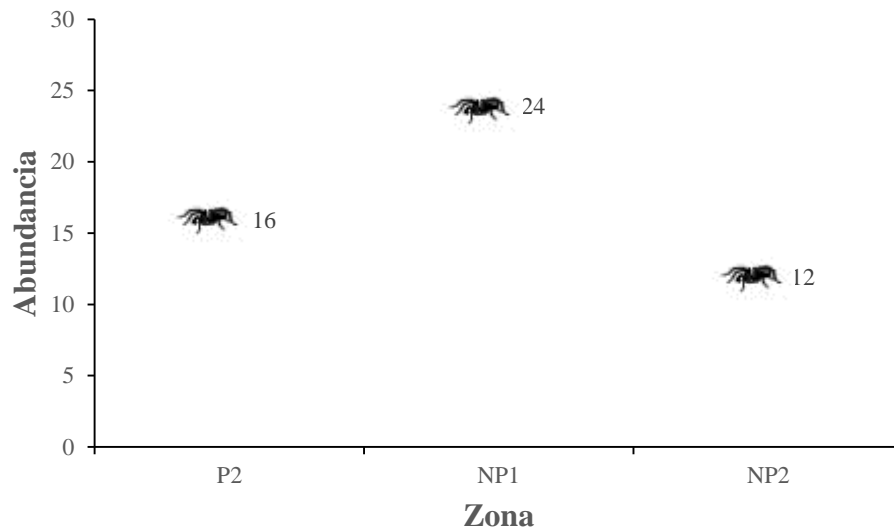
**Figura 19.** Abundancia relativa en relación a la temperatura por mes de muestreo.

## Las Cacachilas. Selva Baja caducifolia

### Abundancia en zonas Perturbadas vs No Perturbadas.

En esta localidad se eliminó uno de los cuadrantes de la zona perturbada (P1) debido a que éste fue invadido por ganado en el segundo mes de muestreo y más del 90% de las madrigueras fueron destruidas.

Un total de 16 madrigueras fueron registradas para el cuadrante P2 de la zona perturbada, 24 para el cuadrante NP1, y 12 para el NP2 de la no perturbada (Fig. 20), a lo largo de los 6 meses de muestreo. No fue posible hacer análisis de  $\text{Chi}^2$  debido al bajo número de muestras.



**Figura 20.** Abundancia de madrigueras como el número de individuos de *Hogna carolinensis* presentes por cuadrante en la selva baja de Las Cacachilas.



### Variación estacional del número de madrigueras activas por mes en zonas perturbadas vs no perturbadas

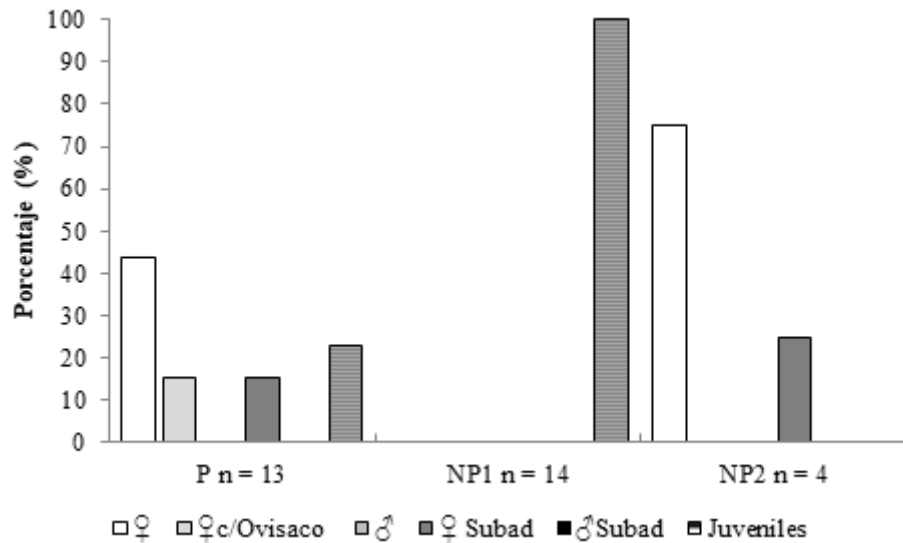
En cuanto al número de madrigueras activas por cuadrante (madrigueras activas = individuos presentes en la zona), el cuadrante NP1 presentó mayor abundancia para el mes de diciembre. El menor valor se presentó para el mismo cuadrante en el mes de agosto (Tabla III). Al igual que para el Comitán, en esta localidad, el 40% de las madrigueras activas resguardaban a una hembra con crías. No se encontró diferencia significativa entre la abundancia de madrigueras por cuadrante ( $F(2,15)= 1.8, p= 0.18$ ).

**Tabla III.** Estimación de la abundancia relativa (Individuos/ m<sup>2</sup>) de *H. coloradensis* como el número de madrigueras activas por mes/por cuadrante en la zona P y NP durante un ciclo anual. Se subraya el valor más alto y se muestra con un asterisco el valor más bajo.

	P1	NP1	NP2	Total
	<b>No. de Madrigueras Activas</b>			
<b>Diciembre</b>	6	<u>17</u>	7	7
<b>Marzo</b>	3	15	6	6
<b>Abril</b>	2	10	2	2
<b>Mayo</b>	5	4	3	3
<b>Julio</b>	6	2	2	2
<b>Agosto</b>	5	1*	2	2

### Estructura poblacional en zonas perturbadas vs no perturbadas

Para este sitio se registraron solamente 31 individuos de *H. coloradensis* durante los seis meses de estudio (diciembre del 2016 a agosto del 2017). De este total, 13 individuos se registraron para la zona perturbada (P) y 18 para la no perturbada (NP) (14 para el cuadrante NP1 y 4 para NP2) (Tabla IV). No fue posible hacer análisis de Chi<sup>2</sup> debido al bajo número de muestras (Fig. 21).



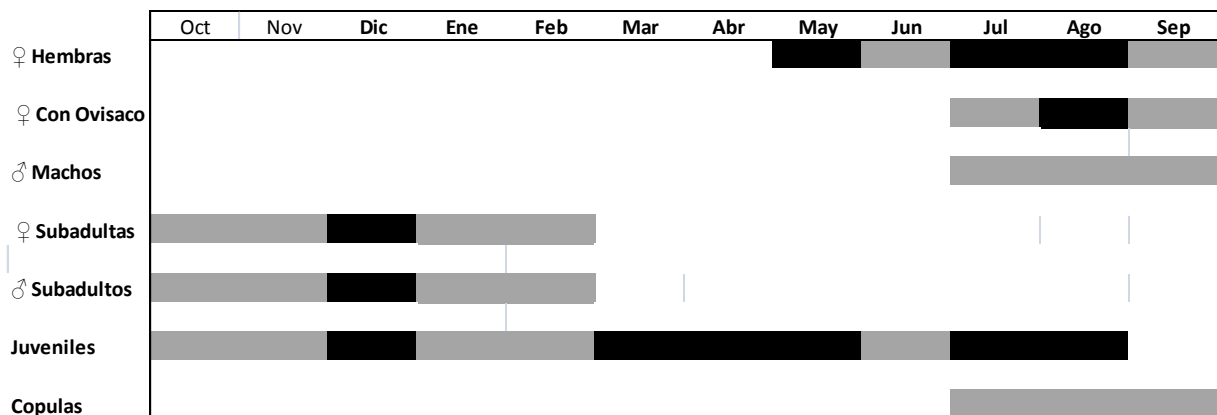
**Figura 21.** Porcentaje de individuos de *H. coloradensis* por estadio para cada cuadrante de las zonas P y NP.

**Tabla IV.** Número de arañas de *H. coloradensis* capturadas por mes y su estado de desarrollo por cuadrante en la selva baja caducifolia de las Cacachilas.

Estadios	Diciembre			Marzo			Abril			Mayo			Julio			Agosto			Total		
	P	NP1	NP2	P	NP1	NP2	P	NP1	NP2	P	NP1	NP2	P	NP1	NP2	P	NP1	NP2	P	NP1	NP2
♀ Hembras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	0	1	1	0	1	6	0	3
♀ Con Ovisaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
♂ Machos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
♀ Subadultas	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
♂ Subadultos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juveniles	2	5	0	1	3	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3	14	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>4</b>

### Ciclo fenológico anual en zonas perturbadas vs no perturbadas

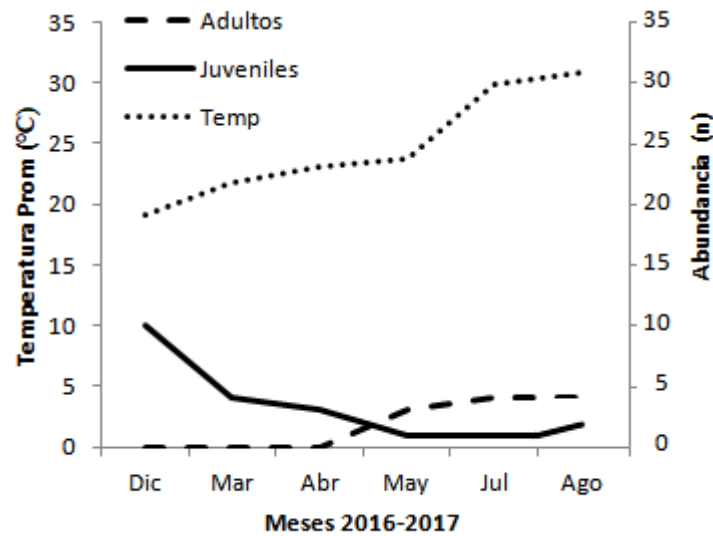
En cuanto a la fenología de *H. coloradensis*, únicamente se realizó un solo modelo debido al bajo número de individuos registrados en ambas zonas perturbada y no perturbada de esta localidad (Fig. 22). Cabe destacar que los juveniles fueron más abundantes y estuvieron presentes en la mayoría de los meses de muestreo, mientras que las hembras solo se registraron de mayo y a agosto, con la presencia de una hembra con crías en el mes de agosto. Hipotéticamente hablando, es probable que los machos estuvieron presentes de julio a septiembre y que las copulas se llevaran a cabo de agosto a septiembre.



**Figura 22.** Modelo de fenología propuesto para *H. coloradensis*. El color gris significa ocurrencia hipotética.

### Relación de la abundancia con la temperatura ambiente

Con referencia a la relación de temperatura y la abundancia de las arañas, se obtuvo una marcada correlación negativa  $r = -0.94$  ( $p < 0.05$ ) para los juveniles de esta especie, disminuyendo su presencia a medida que aumentó la temperatura, por el contrario, la presencia de adultos pareció aumentar conforme aumentó la temperatura  $r = 0.92$  ( $p < 0.05$ ) (Fig. 23).



**Figura 23.** Abundancia relativa en relación a la temperatura por mes de muestreo.

### 7.3 Objetivo particular 3

Caracterizar la estructura de las madrigueras de las especies del género *Hogna* en cada una de estas comunidades vegetales y entre zonas.

#### Descripción de las madrigueras

##### Comitán. Matorral sarcocaulé

Las madrigueras de *H. carolinensis* presentan una torre rodeando la entrada formada por hojas y ramas entrelazadas y reforzadas con hilos de seda. Estas ramas y hojas pertenecen principalmente a especies vegetales de lombroy (*Jatropha cinerea*), pitaya agria (*Stenocereus gummosus*) y ciruelo de monte (*Cyrtocarpa edulis*), además de hojas de pastos. Los hilos de seda de la torre se prolongan unos centímetros hacia adentro de la madriguera, recubriendo solamente las paredes superiores del túnel. El 79.3% de las madrigueras estuvieron conformadas por un túnel vertical en forma de J y con una sola cámara terminal (n= 17 hembras, 6 machos y 5 juveniles). El 13.8% de las madrigueras no presentó una cámara

definida, sino fue un túnel completamente recto habitado por juveniles ( $n = 2$ ), mientras que un 6.9% presentó 2 cámaras ( $n= 1$  macho). 30% de las madrigueras presentaron en la entrada túmulos de tierra (basureros), que fueron examinados encontrando solo mudas de arañas y restos de especies de tenebriónidos.

La diferencia entre el tamaño de las madrigueras y el tamaño de las arañas de la zona perturbada y no perturbada, aplicando la prueba U de Mann Whitney, solo arrojaron diferencias significativas para la altura de las torres y la longitud de las patas y de cuerpo de las arañas (Tabla V), con una mayor altura de la torre en la zona no perturbada pero una mayor longitud de patas para las arañas de la zona con perturbación ( $W = 3609.5$ ,  $g.l = 2$ ,  $p = 0.010$ :  $W = 759$ ,  $g.l = 2$ ,  $p = 0.0001$ ).

**Tabla V.** Estructura de las madrigueras de *H. carolinensis* y su relación con las medidas corporales. Se subrayan los valores que arrojaron diferencias significativas en las pruebas U de Mann Whitney y se muestra entre paréntesis la n.

	<b>P (cm)</b>	<b>NP (cm)</b>
<b>Profundidad del Túnel (30) (PT)</b>	<b>24.0</b> ( $\pm 8.1$ )	<b>23.3</b> ( $\pm 1.3$ )
p = n.s		
<b>Ancho de Cámara Terminal (30) (ACT)</b>	<b>4.7</b> ( $\pm 1.3$ )	<b>4.7</b> ( $\pm 2.3$ )
p = n.s		
<b>Diámetro del túnel (30) (DTun)</b>	<b>3.0</b> ( $\pm 0.4$ )	<b>2.9</b> ( $\pm 0.7$ )
p = n.s		
<b>Diámetro de la Madriguera (205) (DM)</b>	<b>2.5</b> ( $\pm 0.4$ )	<b>2.4</b> ( $\pm 0.6$ )
p = n.s		
<b>Diámetro de la Torre (205) (Dtor)</b>	<b>5.6</b> ( $\pm 1.0$ )	<b>5.2</b> ( $\pm 0.9$ )
p = n.s		
<b>Altura de la Torre (205) (ATor)</b>	<b><u>1.8</u></b> ( $\pm 0.7$ )	<b><u>2.3</u></b> ( $\pm 0.6$ )
p = 0.010		
<b>Longitud P. de la Araña (71) (LP)</b>	<b><u>7.5</u></b> ( $\pm 1.7$ )	<b><u>6.9</u></b> ( $\pm 1.9$ )
p = $1.0e^{-4}$		
<b>Long. Cuerpo de la Araña (71) (LC)</b>	<b><u>2.3</u></b> (0.6)	<b><u>2.1</u></b> ( $\pm 0.6$ )
p = 0.081		

Al aplicar las pruebas de correlación de Spearman para los datos conjuntos de ambas zonas, encontramos que todas las correlaciones existentes son positivas. De estas correlaciones podemos inferir que arañas más grandes (LP y LC) presentan madrigueras con mayores dimensiones (DTor, DM, DTun y PT). Se encontró a su vez, una correlación positiva entre el tamaño de las arañas, la profundidad del túnel, y la diferencia de temperatura entre dentro y fuera de las madrigueras (DifT). Arañas más grandes poseen túneles más profundos y mayor diferencia de temperatura entre dentro y fuera de las madrigueras (Tabla VI).

**Tabla VI.** Correlación de Spearman N = 30. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa,  $p > 0.05$ .

	PT	ACT	Dtun	LP	LC	DM	Dtor
<b>Profundidad del Túnel (PT)</b>							
<b>Ancho de la Cámara Terminal (ACT)</b>	0.26						
<b>Diámetro del túnel (Dtun)</b>	<u>0.55</u>	<u>0.42</u>					
<b>Longitud P. De la Araña (LP)</b>	<u>0.64</u>	0.32	0.11				
<b>Long. Cuerpo de la Araña (LC)</b>	<u>0.53</u>	0.36	0.06	<u>0.63</u>			
<b>Diámetro de la Madriguera (DM)</b>	0.33	<u>0.40</u>	<u>0.65</u>	0.35	0.14		
<b>Diámetro de la Torre (Dtor)</b>	<u>0.39</u>	0.08	0.23	<u>0.52</u>	<u>0.58</u>	<u>0.50</u>	
<b>Altura de la Torre (ATor)</b>	0.21	-0.18	-0.01	0.28	0.26	0.24	<u>0.48</u>
<b>Diferencia de Temperatura (DifT)</b>	<u>0.42</u>	0.05	0.21	<u>0.47</u>	0.35	0.11	0.24

### Las Cacachilas. Selva baja caducifolia

El 80% de las madrigueras correspondientes a siete hembras adultas y una hembra preadulta presentó un túnel vertical con una cámara terminal en forma de “J”, mientras que el 20% (un juvenil y una hembra preadulta) presentó un túnel vertical recto.

En esta localidad, las madrigueras presentaron torres hechas de ramas de diferentes especies vegetales dominando las hojas de ciruelo de monte (*C. Edulis*), a excepción de las madrigueras del cuadrante NP2 donde el 73% de las torres estaban formadas con pequeñas rocas recubiertas de seda (Fig. 24). La profundidad promedio para el túnel de las madrigueras de la especie fue de 20.7 ( $\pm 4.96$ ). Las medidas de diámetro y profundidad del túnel y ancho de la

cámara terminal solo se obtuvieron para la zona con perturbación debido a las razones antes mencionadas.

Para esta localidad se puede observar una marcada diferencia en los tamaños de las entradas y torres de las madrigueras entre ambas zonas.

En la zona P (M= 2.67; SD=  $\pm 0.86$ ) el diámetro de la entrada de las madrigueras es significativamente mayor que en la NP (M = 1.95; SD= ( $\pm 0.55$ );  $t(110.3) = -5.19$ ,  $p = 9.5e-04$ , y también el diámetro (P, M= 2.73; SD=  $\pm 1.10$ ) (NP, M= 1.98; SD=  $\pm 0.27$ );  $t(94.9) = 6.4$ ,  $p = 7.2e-04$ , y la altura de las torres (P, M= 1.41; SD=  $\pm 0.54$ ) (NP, M= 0.63; SD=  $\pm 0.45$ );  $t(87.4) = -3.6$ ,  $p = 6.6e-04$  (Tabla VII). La longitud de las patas de las arañas y la longitud del cuerpo fueron también mayores para la zona perturbada, aunque las pruebas no arrojaron diferencias significativas entre las zonas (P y NP) (Tabla VII).



**Figura 24.** Madriguera de *H. Coloradensis*.

**Tabla VII.** Estructura de las madrigueras de *H. coloradensis* y su relación con las medidas corporales. Se muestra entre paréntesis la n.

	<b>P (cm)</b>	<b>NP (cm)</b>
<b>Profundidad del Túnel (10) (PT)</b>	<b>20.7(±4.1)</b>	--
p = --		
<b>Ancho de Cámara Terminal (10) (ACT)</b>	<b>2.3(.44)</b>	--
p = --		
<b>Diámetro del túnel (10) (DTun)</b>	<b>4.7(0.37)</b>	--
p = --		
<b>Diámetro de la Madriguera (59) (DM)</b>	<b><u>1.20</u>(±0.86)</b>	<b><u>0.81</u>(±0.55)</b>
p = 9.5e-04		
<b>Diámetro de la Torre (58) (Dtor)</b>	<b><u>2.63</u>(±1.05)</b>	<b><u>1.95</u>(±0.44)</b>
p = 7.2e-04		
<b>Altura de la Torre (57) (ATor)</b>	<b><u>1.41</u>(±1.05)</b>	<b><u>0.63</u>(±0.44)</b>
p = 6.6e-04		
<b>Longitud P. de la Araña (24)</b>	<b>4.67(±1.15)</b>	<b>3.86(±1.06)</b>
p = n.s		
<b>Long. Cuerpo de la Araña (20)</b>	<b>1.55(±0.5)</b>	<b>1.31(±0.6)</b>
p = n.s.		

Al aplicar las pruebas de correlación de Spearman para los datos conjuntos de ambas zonas, encontramos que todas las correlaciones existentes son positivas. Al igual que en el Comitán, de estos resultados podemos inferir que las dimensiones de las madrigueras están estrechamente relacionadas con las dimensiones de las arañas (Tabla VIII).



**Tabla VIII.** Correlación de Pearson  $n = 10$ . Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa.

	PT	ACT	DTun	LP	LC	DM	DTor
<b>Profundidad del Túnel (PT)</b>							
<b>Ancho de la Cámara Terminal (ACT)</b>	<u>0.72</u>						
<b>Diámetro del túnel (DTun)</b>	<u>0.75</u>	0.37					
<b>Longitud P. de la Araña (LP)</b>	<u>0.79</u>	<u>0.80</u>	0.24				
<b>Long. Cuerpo de la Araña (LC)</b>	0.45	<u>0.72</u>	-0.08	<u>0.86</u>			
<b>Diámetro de la Madriguera (DM)</b>	0.11	<u>0.68</u>	-0.42	0.12	-0.06		
<b>Diámetro de la Torre (DTor)</b>	0.50	0.64	0.04	<u>0.64</u>	0.33	<u>0.80</u>	
<b>Altura de la Torre (ATor)</b>	0.34	<u>0.70</u>	-0.19	0.55	0.26	<u>0.85</u>	<u>0.95</u>
<b>Diferencia de Temperatura (DifT)</b>	-	-	-	-	-	-	-

#### 7.4 Objetivo particular 4

Determinar las características bióticas y abióticas (temperatura, humedad, tipo de suelo, cobertura vegetal y disponibilidad de presas) en el matorral xerófilo y selva baja caducifolia, como factores que influyan en la distribución de las madrigueras de esta especie.

#### Comitán. Matorral Sarcocaulle

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros bióticos y abióticos medidos para cada cuadrante (Tabla IX).

**Tabla IX.** Características bióticas y abióticas por cuadrante para el Comitán.

Zona	M.O %	Dens. AP	Arci %	Limo %	Arena %	Desechos (g)	Presas (g)	Pert NDVI	Dist Pert %	Dist Pert (m)	Ab
P1	0.6	1.47	0.15	14.21	85.65	6.83	3.25	0.153	43.79	10	72
P2	0.6	1.47	0.15	14.21	85.65	6.71	3.82	0.149	25.94	20	59
NP1	0.4	1.57	0.12	8.02	91.86	0	4.81	0.148	8.96	100	54
NP2	0.5	1.65	0.57	14.39	85.04	0	2.32	0.122	0.00	200	19

### **Temperatura y humedad ambiente**

La temperatura ambiental promedio durante el horario matutino fue de 19.27 °C, mientras que durante el horario vespertino fue de 27.2 °C, con una mínima de 6°C y una máxima de 69°C. La prueba de rangos de Kruskal-Wallis no arrojó diferencia significativa para la temperatura ( $n = 1611$ ) entre cuadrantes ( $\chi^2(1) = 1.273$ ,  $p = 0.735$ ).

Durante el estudio, el promedio de la temperatura dentro de las madrigueras fue de 28.1°C con una mínima de 15°C y una máxima de 45.5°C para ambas zonas. Para la zona perturbada, la diferencia de temperatura entre, dentro y fuera de la madriguera fue de 0.5 °C en promedio (28 °C y 27.5 °C), mientras que para la zona no perturbada la diferencia fue de 1°C en promedio (29 °C y 28 °C). La diferencia de temperatura ( $n = 5000$ ) entre, dentro y fuera de las madrigueras, a nivel de suelo en ambas zonas, presentó una diferencia significativa  $w = 1887800$ ,  $d.f = 1$ ,  $p < 1.48e^{-14}$  al aplicar la prueba U de Mann Whitney.

La diferencia registrada entre zonas (P y NP) para la humedad relativa fuera de las madrigueras y al ras del suelo, fue de 3.8 %, mientras que la diferencia dentro de las madrigueras fue de 6.6 %, con el mayor porcentaje de humedad en la zona con perturbación. El porcentaje promedio de humedad relativa para la zona perturbada fue de 54.2 % dentro de las madrigueras y 85.6 % fuera de las madrigueras, y un 47.6 % y 81.8%, respectivamente para la zona no perturbada. Para ambas zonas, la diferencia de humedad relativa ( $n = 5000$ ) entre, dentro y fuera de las madrigueras presentó diferencia significativa  $w = 1890300$ ,  $d.f = 1$ ,  $p < 2.2e^{-16}$ .

La correlación entre temperatura y humedad relativa con abundancia no fue evidente (Tabla X).

### **Disposición espacial de madrigueras respecto de la vegetación.**

La distribución de las madrigueras respecto a la vegetación fue la siguiente: en la zona perturbada (P) 82% se encontraron entre la vegetación a menos de 20 cm de distancia y un 83% en la no perturbada (NP). Un 18% y 16% de las madrigueras, respectivamente, se encontraron cerca de la vegetación a una distancia de entre 20 cm y un metro. (P, n = 53 y NP, n = 45). No se encontró diferencia significativa de la distribución de las madrigueras con respecto de la vegetación entre los cuadrantes de la zona perturbada y la no perturbada,  $W = 364$ ,  $g.l = 1$ ,  $p = 0.1905$ .

La cobertura vegetal (NDVI) por cuadrante, arrojó una marcada correlación con la abundancia de arañas (Tabla X).

### **Disponibilidad de presas**

Las trampas de caída presentaron mayor incidencia de coleópteros, himenópteros y arañas de otras especies, y una baja incidencia de ortópteros y larvas de lepidópteros. En relación con la abundancia de presas entre zonas, no se encontró diferencia significativa entre cuadrantes Perturbados y No perturbados ( $\chi^2(3) = 1.03$ ,  $p = 0.793$ ). La cantidad de presas por cuadrante no presentó correlación con la abundancia de arañas (Tabla X).

### **Características del suelo**

Ninguna de las características del suelo presentó correlación con la abundancia de arañas, sin embargo, la densidad aparente (Dens. Ap) y el porcentaje de arcilla (% Arci) presentaron valores de correlación muy cercanos a la significancia en relación con la abundancia de arañas ( $R^2 = 0.85$  y  $R^2 = 0.85$  respectivamente) (Tabla X).

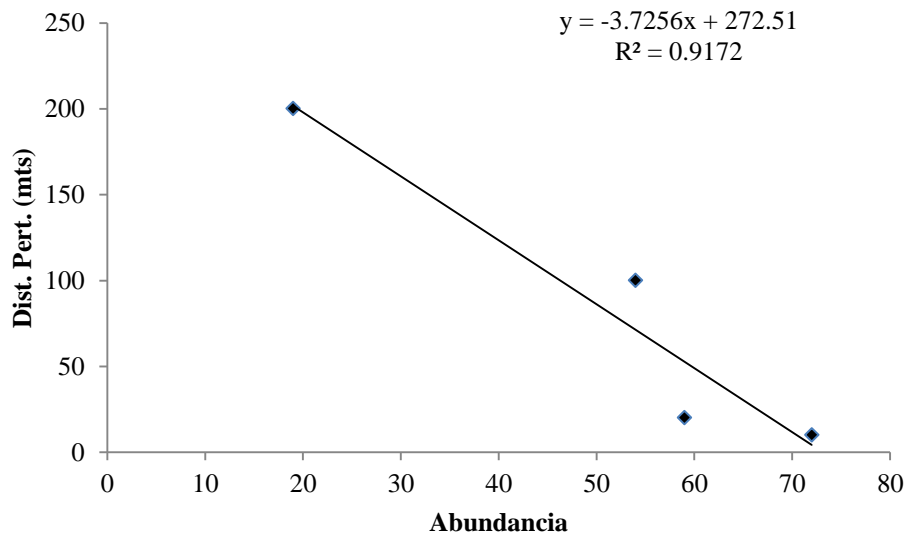
## Perturbación

La distancia a la perturbación presentó una marcada correlación negativa con la abundancia de arañas, y aunque el porcentaje de perturbación no arrojó un resultado significativo, de igual manera se puede apreciar una tendencia a la significancia ( $R^2 = 0.77$ ) (Tabla X).

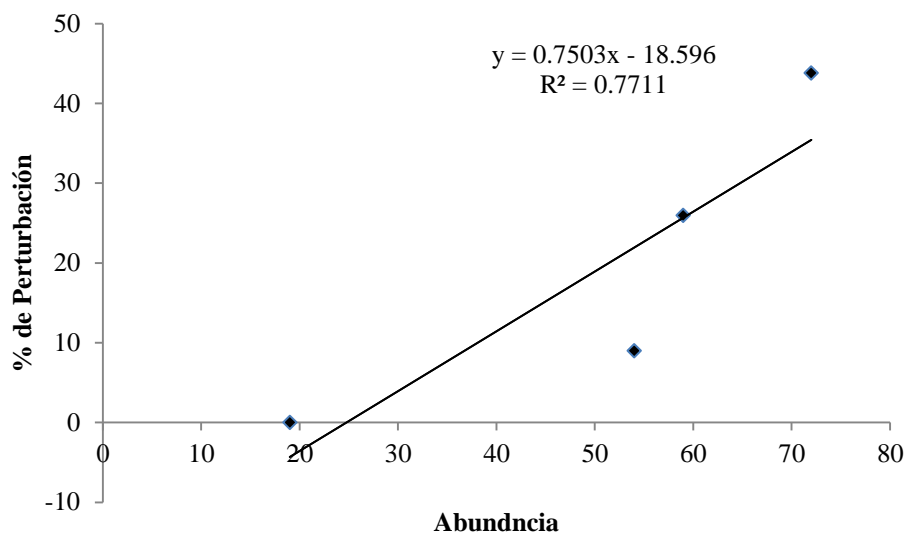
**Tabla X.** Correlación de Pearson N = 4. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa (Dist Pert = distancia a la perturbación, Dens Ap = densidad aparente del suelo, NDVI = índice de vegetación de diferencias normalizadas. M.O Materia orgánica, Limo, Desechos, Ab= Abundancia de arañas, Temp = Temperatura ambiental y HR = Humedad relativa.

	% M.O.	Dens. Ap.	% Arci	% Limo	% Arena	Desechos	NDVI	% Pert	Dist. Pert	Pres s	Temp	% HR
Ab	0.40	-0.92	-0.92	-0.11	0.17	0.74	<u>0.98</u>	0.88	<u>-0.96</u>	-0.81	-0.01	0.12

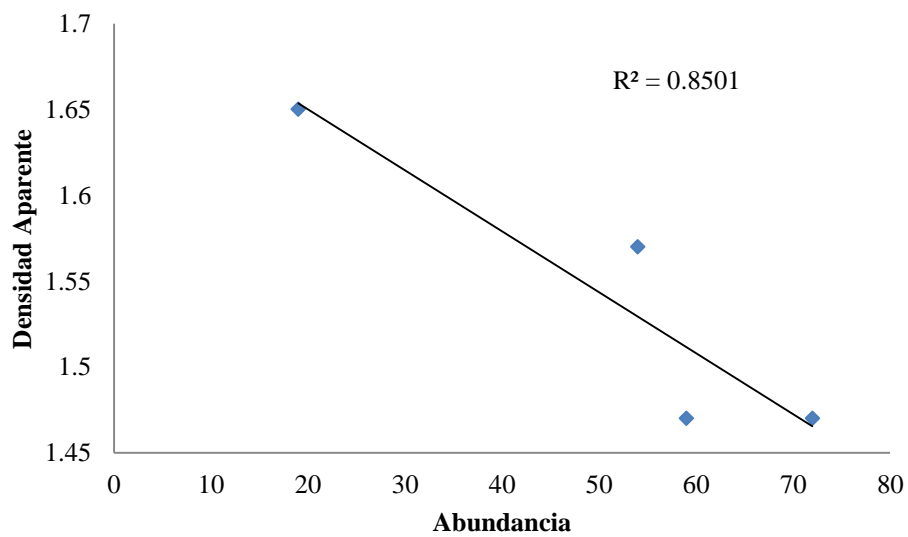
La cobertura vegetal (NDVI) y la distancia a la perturbación (% Pert) influyen de forma directa en la abundancia de las arañas de la especie *H. carolinensis*. La densidad aparente del suelo (Dens. Ap), el porcentaje de arcilla (% Arci), y el porcentaje de perturbación (%Pert) parecer tener algún tipo de influencia en la abundancia de arañas de la misma especie ( $R^2 = 0.85$ ,  $R^2 = 0.77$  y  $R^2 = 0.85$  respectivamente) (Figs. 25 - 27).



**Figura 25.** Correlación entre abundancia y distancia a la perturbación.



**Figura 26.** Correlación entre abundancia y porcentaje de perturbación.



**Figura 27.** Correlación entre abundancia y densidad aparente.

### Las Cacachilas. Selva baja caducifolia

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros bióticos y abióticos medidos para cada cuadrante (Tabla XI)

**Tabla XI.** Características bióticas y abióticas por cuadrante para las Cacachilas.

<b>Zona</b>	<b>M.O</b>	<b>Dens.</b>	<b>Arci</b>	<b>Limo</b>	<b>Arena</b>	<b>Desechos</b>	<b>Presas</b>	<b>Pert</b>	<b>Dist</b>	<b>Ab</b>	
	<b>%</b>	<b>AP</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>(g)</b>	<b>(g)</b>	<b>NDVI</b>	<b>%</b>	<b>Pert (m)</b>	
P1	1.9	1.54	0.52	21.17	78.31	4.6	/	0.192	14.04	10	16
P2	1.9	1.54	0.52	21.17	78.31	3.8	0.184	0.188	12.51	20	16
NP1	0.1	1.71	0	7.92	92.09	0	0.218	0.174	2.69	100	22
NP2	5.7	1.6	0	16.68	83.32	0	0.197	0.197	0.00	200	16

\*El cuadrante que aparece subrayado fue eliminado para este estudio.

### Temperatura y humedad ambiente

La temperatura ambiental promedio para la zona perturbada fue de 23.3°C (min. 9.4 - max. 37), mientras que la humedad relativa resultó con un promedio de 32.7% (min. 8.1 – max. 85). Para la zona sin perturbación, la temperatura ambiental promedio fue de 22.84 °C (min. 7.9,- max. 35), mientras que la humedad relativa para la misma zona resultó con un promedio de 33.67% (min. 10 – max. 90). La prueba de rangos de Kruskal-Wallis no arrojó diferencia significativa para la temperatura (n = 1345) entre cuadrantes ( $\chi^2(1) = 4.353$ , p = 0.11), sin embargo, si mostró diferencia significativa para la humedad relativa (HR) entre cuadrante ( $\chi^2(1) = 10.005$ , p = 0.01).

No se encontró correlación entre la abundancia de presas y los parámetros de temperatura y humedad relativa (Tabla XII).

### Disposición espacial de madrigueras respecto de la vegetación

La distribución de las madrigueras respecto a la vegetación fue de 81% entre la vegetación en la zona perturbada, un 61% para la no perturbada, y un 19% y 36% de madrigueras encontradas lejos de la vegetación respectivamente [P (n = 26) y NP (n = 35)]. El análisis estadístico no arrojó diferencia significativa entre cuadrantes ( $\chi^2(3) = 5.479$ , p = 0.14).

El análisis de correlación solo arrojó valor de significancia para la abundancia de arañas en relación con la cobertura vegetal (Tabla XII).

### **Disponibilidad de presas**

No encontramos diferencias significativas entre la abundancia de presas por cuadrante ( $\chi^2$  (2) = 0.12,  $p = 0.71$ ), y tampoco se encontró correlación entre este parámetro y la abundancia de arañas (Tabla XII).

### **Características del suelo**

Las características del suelo no presentaron correlación alguna con la abundancia de arañas.

### **Perturbación**

Para esta localidad, ni la distancia a la perturbación ni el porcentaje de perturbación mostraron correlación con la abundancia de arañas (Tabla XII).

**Tabla XII.** Correlación de Pearson N = 3. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa. Se muestran subrayados los valores que presentaron una correlación significativa (Dist Pert = distancia a la perturbación, Dens Ap = densidad aparente del suelo, NDVI = índice de vegetación de diferencias normalizadas. M.O Materia orgánica, Limo, Desechos, Ab= Abundancia de arañas, Temp = Temperatura ambiental y HR = Humedad relativa.

	% M.O.	Dens. Ap.	% Arci	% Limo	% Arena	Desechos	NDVI	% Pert	Dist. Pert	Presa s	Temp	% HR
Ab	-0.92	0.77	-0.19	-0.78	0.76	-0.19	0.75	<u>-1.0</u>	0.02	-0.39	-0.71	0.78

Solo fue posible establecer la influencia de la cobertura vegetal con la abundancia de las arañas de *H. coloradensis*.



## 8. DISCUSIÓN

### Objetivo Particular 1

#### El Comitán.

La diversidad de especies del género *Hogna* de la familia Lycosidae para el matorral xerófilo se limitó únicamente a dos especies *H. carolinensis* y *H. coloradensis*, sin embargo, de esta última especie sólo se encontraron dos ejemplares: un juvenil y una hembra durante todo el período de muestreo, por lo que no se le consideró para los análisis de esta localidad.

*Hogna carolinensis* es una especie que se encuentra en todos los Estados Unidos, pero principalmente en los desiertos sonorenses y chihuahuenses (Gertsch, 1979 y Shook 1978). De México se cita para Sonora, Nuevo León, Sinaloa, Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Estado de México y Chiapas y Baja California (Dondale y Redner 1990, Naturalista 2018). Para Baja California Sur, Jiménez (1998) reportó por primera vez a *H. carolinensis* como componente de la fauna de arañas asociada a las viviendas de La Paz Baja California Sur, y Jiménez y Navarrete (2010) identificaron 3 machos en un estudio faunístico para el Comitán, pero sin conocimiento de ningún aspecto de su biología. Aún con la presencia de *H. coloradensis* para El Comitán, podemos decir que *H. carolinensis* es la especie dominante del género.

En cuanto a los aspectos morfológicos, existen diferencias en el tamaño de *H. carolinensis* con las registradas por Chamberlin (1908) que reportó hembras de 34.5 mm y machos de 21 mm de longitud en ejemplares recolectados en el Noreste de Estados Unidos y Canadá; Kaston (1983) registró tallas para los machos de 18-20 mm y para las hembras de 22-35 mm. Nosotros registramos hembras de 25.3 mm y machos de 25.8 mm, siendo los machos de mayor tamaño que los reportados por estos autores.

### **Las Cacachilas.**

La diversidad del género *Hogna* para esta localidad se concentró solamente en una especie: *H. coloradensis*. Esta especie fue registrada previamente por Banks (1894) para el estado de Sonora en México y Colorado en Estados Unidos. Chamberlin (1925) la registra para Chihuahua y Slowik y Cushing (2007) dan una distribución más amplia en Estados Unidos, y la ratifican para Sonora y Chihuahua, por lo que este es el primer registro de la especie en la península de Baja California.

De acuerdo a las características de las madrigueras de *H. coloradensis* reportadas por Slowik y Cushing (2007), nuestros resultados concuerdan con el diámetro de la entrada que es de tamaño pequeño, sin embargo, se difiere en cuanto a su profundidad. Estos autores reportan una profundidad de entre 5 y 15 cm mientras que nosotros encontramos madrigueras entre 13 y 25 cm. Estos autores aseguran que estas madrigueras no presentan una torre de material vegetal como en nuestro caso, pero si registran torres construidas o delimitadas por pequeñas rocas cubiertas con telaraña. Slowik y Cushing (2007) reportan a *H. coloradensis* como una araña habitante en ambientes de dunas arenosas, en suelos de arena y arcilla con algunas rocas de grava y escasa vegetación, la reportan también en pastos y bosques de piñón-enebro donde la población fue muy pequeña. En nuestro caso también encontramos a esta especie en madrigueras en suelos arenosos, arcillosos, escasa grava y vegetación de escasa a media, pero en selva baja caducifolia.

Es evidente que en este estudio a pesar de que ambas especies tienen los mismos hábitos excavadores, ocupan hábitats muy distintos y bien delimitados, sin embargo para confirmar esto, es necesario realizar un mayor esfuerzo de muestreo en los diferentes ambientes de la península de Baja California, para conocer su rango de distribución, pues al parecer, *H. coloradensis* es una especie que tiene una distribución disyunta en la región del Cabo y el resto de México y Estados Unidos.

## Objetivo Particular 2

### Matorral xerófilo del Comitán

La comparación de la abundancia relativa entre las zonas perturbada y no perturbada de El Comitán nos permite observar que existe una correlación negativa entre la abundancia de *H. carolinensis* y la distancia a la zona perturbada, y una correlación positiva entre la abundancia y la cobertura vegetal medida como índice NDVI. Estos resultados parecen sugerir que la abundancia de esta especie es sensible a la falta de cobertura, pero aumenta con su cercanía a asentamientos humanos.

En cuanto a la fenología de la especie: La presencia de juveniles de *H. carolinensis* ocurre durante los meses más cálidos tanto para la zona perturbada como para la no perturbada; sin embargo, en el cuadrante NP2 los juveniles aparecieron en el mes de julio mientras que en los demás cuadrantes empezaron a observarse en agosto, pero en el cuadrante P2 no se registró la presencia de juveniles durante todo el estudio. De la misma manera, observamos que los subadultos se registraron para los cuadrantes de la zona perturbada durante una temporada más larga que para los de la no perturbada.

Considerando que la temperatura juega un papel fundamental en el tiempo de desarrollo de las arañas (Schaefer, 1987), la prueba U de Mann-Whitney no arrojó diferencias significativas para este parámetro, sin embargo, la diferencia de temperatura promedio entre zonas P y NP fue de 1 °C presentando la zona no perturbada un promedio de temperaturas más alto que la no perturbada. Cabe destacar que el cuadrante con el promedio de temperatura más alto (NP2) fue también el que registró presencia de juveniles antes que en el resto de los cuadrantes, y en el cuadrante con un menor promedio de temperatura (P2) no se registró presencia de juveniles a lo largo del estudio. Es sabido que temperaturas altas aceleran el desarrollo de las arañas, mientras que las bajas tienden a retardarlo (Downes, 1987), lo cual podría explicar el desfase en el desarrollo de las arañas entre estas zonas. Punzo (2003) en la región del desierto de Chihuahua, registró presencia de juveniles de *H. carolinensis* a partir de julio al igual que en el presente estudio, sin embargo, este autor reportó para diferentes zonas de la misma región, la presencia de juveniles a partir del mes de mayo, y Shook (1978) en la región sur del desierto

de Sonora registra mayor abundancia de juveniles de esta especie durante los meses de marzo y octubre (Punzo, 2003).

### **Selva Baja Caducifolia de las Cacachilas**

No fue posible determinar una diferencia significativa en cuanto a la abundancia entre las zonas perturbadas y no perturbadas para esta región, debido al bajo número de muestras, pero podemos destacar que el cuadrante con mayor número de arañas fue también el que presentó menor cobertura vegetal, mayor abundancia de presas, suelos con mayor porcentaje de arena y mayor densidad aparente. Desafortunadamente para los cuadrantes de la zona perturbada, no se pudo evaluar si la baja presencia de esta especie se debió a su naturaleza o a la constante actividad humana.

En cuanto a la fenología de *H. coloradensis*, ésta difiere considerablemente de la de *H. carolinensis* en cuanto a la estacionalidad entre adultos y juveniles. Durante los meses de primavera y verano se observaron mayormente adultos, mientras que el resto del año se registraron solo juveniles. Por otro lado, estos resultados concuerdan con los de Muma (1975) para la misma especie en las cuencas de Tularosa en el desierto de nuevo México, donde se registró presencia de adultos y juveniles para los meses de junio y julio, y solo hembras adultas para el mes de agosto. A diferencia de nuestro estudio, Muma registró un gran número de machos también en los meses de junio y julio, de acuerdo a esta información, para nuestra zona solo fue posible muestrear julio y no junio, lo cual probablemente redujo nuestras posibilidades de encontrar machos. Es también posible que el comportamiento en cuanto a la construcción de madrigueras de los machos difiriera de las hembras impidiendo su localización, sin embargo no existe información que diga que este comportamiento puede reservarse solo a los machos de la especie.

### **Objetivo particular 3**

#### **Matorral xerófilo del Comitán**

Este trabajo se corrobora con lo reportado por Punzo (2003) y Shook (1978), para los desiertos de Chihuahua y Arizona, en cuanto a caracterización de las madrigueras de *H. carolinensis* por estar conformadas por un túnel vertical recto y en su mayoría en forma de “J”, tanto en la zona perturbada como no perturbada.

Chamberlin (1908) en Nueva Inglaterra, registró que la profundidad de las madrigueras de *H. carolinensis* fue entre 15 y 20 cm, difiriendo con lo encontrado en este estudio, donde la profundidad de los túneles fue entre 18 y 35 cm con un promedio de 26 cm. Sin embargo, nuestros resultados coinciden con lo encontrado por Punzo (2003) para la región norte del desierto de Chihuahua, quien registró madrigueras entre 21 y 36 cm de profundidad, con promedio de 27.8 cm. Estas diferencias podrían explicarse por la diferencia de temperatura entre regiones, siendo el desierto de Chihuahua y el Sonorense los ambientes con temperaturas más altas, por esto la necesidad de madrigueras más profundas que contrarresten los efectos de la temperatura y a su vez mantengan la humedad, contrario a la región de Nueva Inglaterra, donde las temperaturas son menores y las madrigueras son menos profundas.

De los análisis de correlación podemos inferir que las medidas de las madrigueras están estrechamente relacionadas con el tamaño de las arañas aun cuando no todos los parámetros medidos presentaron diferencias significativas entre zonas, un caso similar fue encontrado para la tarántula *Brachypelma vagans* en Quintana Roo (Machkourt-M'Rabet *et al.*, 2007). Las arañas de la zona perturbada, que resultaron significativamente más grandes que las de la no perturbada, presentaron también, mayores dimensiones en todas las medidas de las madrigueras, exceptuando la altura de la torre, que resultó mayor para la zona no perturbada donde se encontraron arañas de menor tamaño. Miller y Miller (1984), reportaron en Florida una correlación media entre el tamaño de las arañas de esta especie y el diámetro de la madriguera. Miller y Miller (1984) y Shook (1978), sugieren que algunas arañas de *H. carolinensis* no necesariamente cavan su propia madriguera, sino que aprovechan madrigueras hechas por mamíferos pequeños, lagartijas y otros artrópodos. En nuestro caso, concordamos

con lo descrito por estos autores, pues cinco especímenes que se mantuvieron en el laboratorio, todos ellos ocuparon una madriguera artificial que les fue provista, lo cual podría explicar porque no todas las medidas de las madrigueras tuvieron alto grado de correlación entre ellas. Esta relación positiva del tamaño corporal con el de la madriguera, también fue encontrada por Machkourt-M'Rabet *et al.* (2007) para la tarántula *B. vagans*.

El contenido de los basureros en la entrada de las madrigueras de las arañas, para ambas zonas, solo presentó restos de escarabajos de la familia Tenebrionidae, por lo que creemos que esto se debió a que la estructura quitinosa de los coleópteros no pudo ser ingerida por las arañas, mientras que otras presas de esqueletos más blandos fueron consumidas en su totalidad, y no a que los coleópteros hayan sido las únicas presas atrapadas.

### **Selva Baja Caducifolia de las Cacachilas**

Slowik y Cushing (2007) reportan las madrigueras de *H. coloradensis* como un túnel vertical que puede presentar cierta inclinación, si al momento de su excavación llegara a encontrarse con algún obstáculo. En nuestro estudio el 80% de las madrigueras presentaron una ligera inclinación, si bien no tan marcada como en las madrigueras de *H. carolinensis*, pero de la misma manera también formaron una “J”. Slowik y Cushing (2007) reportan que las madrigueras de esta especie no presentan la torre de hojas y ramas característica de otras especies del género *Hogna*, y que la profundidad del túnel es entre 10 y 15 cm en promedio. Nuestros resultados difieren de lo reportado por estos autores en cuanto a la profundidad de las madrigueras, pues en nuestro caso, el promedio fue de 20.7 cm ( $\pm 4.96$ ). En este estudio, solo las madrigueras del cuadrante NP1 presentaron en su mayoría, torres hechas de piedras alineadas alrededor de la entrada, y entrelazadas con hilos de seda, el resto de los cuadrantes presentaron torres de hojas y ramas al igual que *H. carolinensis* y el género *Geolycosa*. Slowik y Cushing (2007) también reportan el uso de pequeñas rocas y escombros para cubrir la entrada de las madrigueras, pero no para la construcción de la torre. Este comportamiento podría ser homologado con lo observado en el laboratorio, pues, tres de las cuatro arañas hembra que se mantuvieron en cautiverio cavaron una madriguera en la que se introdujeron,

cubriendo después con suelo la entrada en su totalidad, sin dejar ningún orificio de acceso. Esta conducta no fue observada en el campo, y si fue llevada a cabo, pudo haber pasado desapercibidas. Si los machos presentan este comportamiento, es probable que por esta razón no se les haya encontrado durante el muestreo.

Para esta localidad se puede observar la misma relación que se encontró para el matorral xerófilo del Comitán, donde la longitud de las patas de la araña y la longitud del cuerpo no arrojaron diferencias significativas entre las zonas, sin embargo, la zona con perturbación presenta también dimensiones mayores en las madrigueras y las arañas de mayor tamaño que las de la zona sin perturbación, Al igual que para el Comitán, se puede apreciar la correlación entre el tamaño de las madrigueras y el de las arañas, aun cuando no todas las correlaciones fueron significativas.

#### **Objetivo particular 4**

##### **Matorral xerófilo del Comitán**

Para esta localidad encontramos que la zona con perturbación presentó arañas de mayor tamaño, con túneles de mayor profundidad. En el interior de las madrigueras se registró un menor promedio de temperatura ( $T^{\circ}$ ) y mayor porcentaje de humedad relativa (HR), resultados que coinciden con los registrados por Hardley (1970) y Punzo (2000) para esta especie. Esta zona presentó también menor densidad aparente del suelo, lo cual podría brindar mayor facilidad a la hora de excavar las madrigueras, para las arañas. Este resultado concuerda con lo sugerido por Punzo (2007) quien asegura, que para los artrópodos del desierto que presentan cierto grado de fosorialidad, los sustratos que permiten excavar madrigueras con un gasto mínimo de energía, son los más seleccionados en las zonas áridas.

En cuanto la distribución de las madrigueras respecto de la vegetación, nuestros resultados concuerdan con los de Shook (1978) y Punzo (2003) para la misma especie. Estos autores reportan que las madrigueras de *H. carolinensis* en una región al sur del desierto de Sonora en Arizona, se distribuyen de manera uniforme con la vegetación y no de manera aleatoria. En nuestro caso es evidente que más del 80% de las madrigueras, para ambas zonas, se

encontraron ubicadas en los bordes de la vegetación. Esta podría ser una estrategia adaptativa de la especie para contrarrestar las elevadas temperaturas que alcanzan en esta región durante el día y las bajas temperaturas a las que desciende durante la noche (min. 6 °C en invierno y max. 69 °C en verano, a nivel del suelo). La vegetación, además de proporcionar sombra durante el día, mantiene la temperatura constante durante la noche, protege contra el viento y contra los depredadores (Shook, 1978). *Hogna carolinensis* es considerada una especie poiquiloterma diurna y nocturna cuya temperatura corporal está sujeta a la variación de la temperatura ambiental. En experimentos realizados por Moeur y Eriksen (1972) encontraron que esta especie soportó una amplia variación de temperatura (29-45 °C) en condiciones de laboratorio y humedad relativa controlada, llegando a tolerar un máximo de 47 °C. Estos autores observando que a elevadas temperaturas y humedad relativa, las arañas se posaron con los estigmas (aberturas respiratorias) sobre los bebederos, posiblemente para disminuir la pérdida de agua y soportar mejor estas temperaturas. La conducta excavadora de estas arañas es, por lo tanto, una gran adaptación de sobrevivencia en el ambiente desértico.

Existen trabajos que corroboran lo encontrado en este trabajo. Yañez y Floater (2000) reportan la importancia de la humedad y la temperatura en la selección de microhábitat de las tarántulas de la especie *B. klaasi*, mientras que Machkourt-M'Rabet *et al.* (2007), reporta el tipo de suelo como elemento fundamental de la selección de microambiente por *B. vagans*, pues encuentran una marcada diferencia en cuanto a la abundancia de la especie según las características del suelo, y Machkourt-M'Rabet *et al.*, 2005 reporta no haber encontrado relación entre la abundancia de la misma especie y la abundancia de presas, contrario a lo que podría esperarse como en nuestro estudio. Tomando en cuenta que tanto para *B. vagans* como para *H. calroliensis*, la madriguera es de vital importancia como resguardo de las condiciones del ambiente, las propiedades de suelo podrían ser definitivas para la presencia de ambas especies (Machkourt-M'Rabet *et al.*, 2007).

Punzo (2007) reporta para *H. carolinensis* una dieta basada principalmente en larvas de lepidópteros, ortópteros y coleópteros. En nuestro caso solo se registró la presencia de coleópteros, arañas y algunas larvas de lepidópteros y no se encontró diferencia significativa en cuanto a la abundancia de presas entre cuadrantes de la zona perturbada y no perturbada. El



muestreo con este tipo de trampas no fue el adecuado para analizar la abundancia de ortópteros y probablemente tampoco para las larvas de lepidópteros, aunque en el análisis de las madrigueras se encontraron restos únicamente de coleópteros tenebriónidos, que indudablemente no son las únicas presas de las que esta araña se pueda alimentar, por lo que es necesario diseñar un tipo de muestreo utilizando trampas de caída, combinado con recolectas manuales a través del año para fortalecer este resultado.

Es evidente que la variación en el tamaño y profundidad de las madrigueras de *H. carolinensis*, están relacionadas con la variación de las condiciones ambientales propias de cada región geográfica. En nuestro caso, podríamos decir que dichas diferencias están dadas por el microambiente asociado a la perturbación, pues encontramos mayor profundidad en las madrigueras en suelos con menor densidad aparente y a su vez mayor humedad relativa dentro de las mismas, por lo que podríamos decir que dichas condiciones del suelo favorecen la excavación de las madrigueras, lo que implica un menor gasto energético para las arañas. Pearce *et al.* (2004), y Maya-Morales e Ibarra-Núñez (2012), consideran que la perturbación antropogénica en bosques maderables cambia la estructura de los gremios (entre otros factores) haciendo que las arañas errantes como las Lycosidae en el suelo, y Anyphaenidae en la vegetación, sean más abundantes en sitios con disturbios recientes.

Consideramos que los datos encontrados en este estudio, para la localidad del Comitán, apoyan la evidencia que señala a las arañas como importantes elementos indicadores del estado de conservación de un hábitat (Mourier *et al.*, 1979; Ibarra-Núñez, 2012). *Hogna carolinensis* presenta las cualidades necesarias para ser considerada como indicadora de perturbación. De acuerdo con los criterios de McGeoch (1998), Marc *et al.* (1999), Carignan y Villard (2002) y Niemi y McDonald (2004) para las especies indicadoras, esta especie presenta ciclos de vida relativamente cortos y menor movilidad pues de acuerdo con este estudio y lo observado por Jiménez y Navarrete (2010) en esta localidad, *H. carolinensis* tiene una marcada tendencia a ser sedentaria, además de que a su vez pudiera ser dominante en el gremio de las cazadoras errantes.

Es probable que esta especie tenga afinidad por los ambientes antropogénicos, pues Jiménez y Navarrete (2019) también la registraron asociada a las viviendas en la ciudad de La Paz. Es

importante destacar que la selección de especies como elementos indicadores de integridad ecológica debe tener criterios de soporte, tanto biológicos como logísticos, pues debe generar la mejor resolución posible en un corto tiempo de muestreo, permitiendo el poder tomar decisiones efectivas y precisas (Fernández y Cuadrado, 2003), y que *H. carolinensis* bien podría tener características adaptativas para ser empleada de esta manera.

Los resultados obtenidos en este estudio no pretenden calificar de manera imperativa a *H. carolinensis* como especie indicadora de perturbación, pero sí pretenden dar la pauta y sentar las bases para futuras investigaciones que logren capturar la gama de interacciones ente este género y la perturbación del ambiente.

### **Selva Baja Caducifolia de las Cacachilas**

De la misma manera que para el Comitán, encontramos en esta localidad que la zona perturbada fue la que presentó arañas de mayor tamaño y por lo tanto dimensiones mayores de las madrigueras que para la zona no perturbada, pero contrario al Comitán, la zona con perturbación presentó mayor temperatura y menor porcentaje de humedad relativa en el ambiente. Desafortunadamente no tenemos información de estos parámetros en el interior de las madrigueras para poder hacer una comparación. De acuerdo con la información que logró recabarse, la matriz de correlación no arrojó relaciones claras de las cuales se pueda inferir una relación entre *H. coloradensis* y la perturbación a causa del bajo número de muestras disponibles para esta localidad.

De los datos obtenidos podemos destacar sin embargo, que *H. coloradensis*, presentó mayor abundancia en el cuadrante que presentó mayor porcentaje de arena en la composición del suelo, y mayor densidad aparente que el resto de los cuadrantes. Esto concuerda con lo reportado por Muma (1974, 1980) quien reporta mayor abundancia de la especie en un ecosistema de dunas de arena y un aluvión de arena y arcilla en Nuevo México.

Aún cuando nuestros resultados sobre la evaluación de *H. coloradensis* como especie indicadora de perturbación son casi nulos, podemos comentar que esta especie ocupa microhábitats específicos y que muy probable sea muy sensible a los cambios en la estructura

del hábitat por acciones antropogénicas, debido a la fragmentación del paisaje. A diferencia de *H. carolinensis*, esta especie estuvo más asociada a la zona menos perturbada. Sin embargo, para confirmar esta relación es necesario hacer un mayor esfuerzo de muestreo en otras zonas de la selva baja caducifolia, para poder evaluar su papel ecológico en este ambiente.

## 9. CONCLUSIONES

- Solo dos especies del género *Hogna* se registraron en este estudio: *H. carolinensis* para el matorral xerófilo del Comitán y *H. coloradensis* para la selva baja caducifolia de la sierra de Las Cacachilas, siendo el primer registro de la segunda especie para la península de Baja California. *Hogna coloradensis* se registró también para la localidad del Comitán, pero con una abundancia marcadamente escasa.
- La baja recurrencia de *H. coloradensis* en el Comitán hace pensar que existe algún tipo de segregación específica, sin embargo, se requiere profundizar sobre este aspecto.
- El ciclo de vida de ambas especies es anual y la fenología es marcadamente estacional influida por las condiciones ambientales tanto en el matorral xerófilo como en la selva baja caducifolia de Baja California Sur. La temperatura y humedad relativa juegan un papel importante debido a que las arañas son animales poiquiloterms.
- Para la localidad del Comitán, se registró una mayor abundancia de *H. carolinensis* en los cuadrantes con perturbación, por lo que fue posible establecer una relación sinantrópica de esta especie con la perturbación de origen antropogénico. Para el caso de *H. coloradensis* no fue posible establecer esta relación en la selva baja de la Sierra de Las Cacachilas, debido al bajo número de muestras, sin embargo, fue evidente que esta especie tiene mayor afinidad a este ambiente que al matorral xerófilo.
- Se observaron diferencias en la construcción de las madrigueras de ambas especies en relación con lo registrado por otros autores, así como con algunas propiedades del suelo como % de arena y densidad aparente. *H. carolinensis* prefiere suelos más arcillosos y *H. coloradensis* más arenosos.
- Se encontraron diferencias entre las madrigueras de *H. carolinensis* de las zonas consideradas perturbadas y no perturbadas con respecto a las características del microambiente, y aun cuando nuestro estudio no arrojó diferencias significativas, hay una tendencia que favorece el establecimiento de estas madrigueras en las zonas con perturbación.

## 10. LITERATURA CITADA

- Ambalaparambil, S. V., M. J. Mundackatharappel, E. Sunish, A. S. Pothalil. 2005. Seasonal variation in spider abundance in Kuttanad rice agroecosystem, Kerala, India (Araneae). *European Arachnology*. 1:181–190.
- Baldissera, R., E. N. L. Rodrigues, S. M. Hartz. 2012. Metacommunity Composition of Web-Spiders in a Fragmented Neotropical Forest: Relative Importance of Environmental and Spatial Effects. *PLoS ONE*. 7(10).
- Banks, N. 1894. On the Lycosidae of Colorado. *J. N. Y. Entomol. Soc.* 2:49-52.
- Banks, N. 1898. Arachnida from Baja California and other parts of Mexico. *Proc. of the Calif. Acad. of Sci.* 1:205–308.
- Brady, A. R. 1962. The spider genus *Sossipus* in North America, México and Central America (Araneae, Lycosidae). *Psyche*. 69(3):129-164.
- Brady, A.R. 2012. Nearctic species of the new genus *Tigrosa* (Araneae: Lycosidae). *J. Arachnol.* 40:182-208.
- Fernandez-Montraveta, C., M. Cuadrado. 2003. Cohabitation Between an Adult Male and a Subadult Female in a Burrowing Wolf Spider (Araneae, Lycosidae). *J. Arachnol.* 31(1):135-138.
- Carignan, V., M. A. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environ. Monit. and Assess.* 78:45-61.
- Chamberlin, R. V. 1925. Diagnoses of new American Arachnida. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 67:209-248.
- Chamberlin, R.V. 1908. Revision of North American spiders of the family Lycosidae. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 60:158-318.
- Chen, K. C., I. M. Tso. 2004. Spider diversity on Orchid Island, Taiwan: A comparison between habitats receiving different degrees of human disturbance. *Zool. Stud.* 43(3):598–611.
- Cloudsley- Thompson, J. L. 1983. Desert Adaptation in Spiders. *J. Arid Environ.* 6:307–317.
- Desales-Lara, M. A., O. F. Francke, P. Sánchez-Nava. 2013. Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en hábitats antropogénicos. *Rev. Mex. Biodivers.* 84(1):291–305.
- Dondale, C. D., J. H. Redner. 1990. The insects and arachnids of Canada. Part 17. The wolf spiders, nursery web spiders, and lynx spiders of Canada and Alaska. (Aranaeae: Lycosidae, Pisauridae, and Oxyopidae). *Agricult. Can. Publ.* 1856.
- Downes, M. F. 1987. Postembryonic development of *Lactrodectus hasselti* Thorell (Araneae, Theridiidae). *J. Arachnol.* 14:293-301.

- Duran-Barron, C. G., O. F. Francke, T. M. Perez-Ortiz. 2009. Spider diversity (Arachnida: Araneae) associated with houses in Mexico City (Metropolitan area). *Rev. Mex. Biodivers.* 80(1):55–69.
- Evans, T.A. 1997. Distribution of social crab spiders in eucalypt forests. *Aust. J. Ecol.* 22:107–111.
- Foelix, R. F. 2011. *Biology of spiders* (3<sup>rd</sup> edition). New York, Oxford: Oxford University.
- Forbes, G. S., J. W. Van Z., W.G. Whitford. 2005. Desert grassland canopy arthropod species richness: temporal patterns and effects on intense short-duration livestock grazing. *J. Arid Environ.* 60:627–646.
- Gertsch, W. J. 1979. *American Spiders* (2<sup>nd</sup> edition). Van Nostrand Reinhold, New York. 190-192
- Gertsch, W. J., I. Davis. 1940. Report on a collection of spiders from Mexico. II. *Am. Mus. Novit.* 1059:18.
- Gertsch, W. J., H. K. Wallace. 1937. New American Lycosidae with notes on other species. *Am. Mus. Novit.* 919:22.
- Ghavami, S. 2008. Investigation fauna and density of population of spiders in the desert and pomegranate orchards in Tehran and Semnan provinces. *Pak. J. Biol. Sci.* 11(5):686–691.
- Gibb, H., D. Hochuli. 2002. Habitat fragmentation in an urban environment: Large and small fragments support different arthropod assemblage. *Biol Conserv.* 106(1):91-100.
- Gilbert, M. A., J. González-Piqueras, F. J. García-Haro. 1997. “Acerca de los índices de vegetación”. *R. A. E. T. España.*
- González-Abraham, C. E., P. P. Garcillán, E. Ezcurra. 2010. Ecorregiones de la península de Baja California: una síntesis. *Bol. Soc. Bot. México.* 82(87):69–82.
- Hatley, C. L., J. A. MacMahon. 1980. Spider community organization: seasonal variation and the role of vegetation architecture. *Environ. Entomol.* 9:632–639.
- Hénaut, Y., S. Machkour-M'Rabet, H. Weissenberger, R. Rojo. 2015. Dimorphism and population size of the Mexican redrump tarantula, *Brachypelma vagans* (Araneae: Theraphosidae), in Southeast Mexico. *Rev. Mex. Biodivers.* 86(3):737–743.
- Ibarra-Núñez, G. 2014. Las Arañas Como Bioindicadores.. En: González-Zuarth, C. A., A. Vallarino, J. C. Pérez-Jiménez, A. M. Low-Pfeng. *BOINDICADORES: Guardianes de Nuestro Futuro Ambiental.* ECOSUR e INECC. Primera Edición. Mexico D.F. pp. 273-290.
- Jackson, M. L. 1976. *Soil chemical analysis.* USA. Prentice Hall.
- Jiménez, M. L. 1996. El orden Araneae. En: Llorente Bousquets, J., A. N. García-Aldrete, E. González-Soriano. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de los artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 83-101.

- Jiménez, M. L. 1998. Araneofauna asociada a las viviendas de la ciudad de La Paz, B.C.S., México. *Folia Entomol. Mex.* 102:1-10
- Jiménez, M. L., A. Tejas. 1996. Variación temporal de la araneofauna en frutales de la región del Cabo, Baja California Sur, México. *Southwest. Entomol.* 21:331-335.
- Jiménez, M., J. Navarrete. 2010. Fauna de arañas del suelo de una comunidad árida-tropical en Baja California Sur, México. *Rev. Mex. Biodivers.* 81:417–426.
- Jiménez, M.L., G. Ibarra. 2008. Arañas (Arácnidos). En: S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets. Catálogo taxonómico de especies de México: *Capital natural de México*. CONABIO. México.
- Kaston, B. J. 1983. Synanthropic spiders. En: G. W. Frankie, C. S. Koehler. *Urban entomology: interdisciplinary perspectives*. Praeger. Nueva York. pp. 221-245.
- León de la Luz, J. L., J. J. Pérez-Navarro, A. Breceda. 2000. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *J. Veg. Sci.* 11:555- 564.
- León de la Luz, J. L, R. Coria, M. Cruz. 1996. Fenología floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. *Acta Bot. Mex.* 35:45-64.
- Lubin, Y. D. 1978. Seasonal abundance and diversity of web-building spiders in relation to habitat structure on Barro Colorado Island, Panama. *J. Arachnol.* 6:31–51.
- Machkourt-M'rabet, S. M., Y. Hénaut, R. Rojo, S. Calmé. 2005. A not so natural history of the tarantula *Brachypelma vagans*: Interaction with human activity. *J. Nat. Hist.* 39(27): 2515–2523.
- Machkourt-M'rabet, S., Y. Hénaut, A. Sepúlveda, R. Rojo, S. Calmé, V. Geissen. 2007. Soil preference and burrow structure of an endangered tarantula, *Brachypelma vagans* (Mygalomorphae: Theraphosidae). *J. Nat. Hist.* 41:1025–1033.
- Maelfait, J., F. Hendrickx. 1998. Spiders as bio-indicators of anthropogenic stress in natural and semi-natural habitats in Flanders (Belgium): some recent developments. En Selden, P. A. *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*. Edinburgh. 293–300.
- Marc, P., A. Canard, F. Ysnel. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agric. Ecosyst. Environ* 74:229-273.
- Maya-Morales, J., G. Ibarra-Núñez. 2012. Gremios de arañas de la vegetación del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Entomol. Mex.* 11:53-58.
- Maya-Morales, J., G. Ibarra-Núñez, J. L. León-Cortés, F. Infante. 2012. Understory spider diversity in two remnants of tropical montane cloud forest in Chiapas, Mexico. *J. Insect Conserv.* 16(1):25–38.
- McDonnell, M. J., S. T. A. Pickett. 1990. Ecosystem structure and function along gradients: an unexploited urban-rural opportunity for ecology. *Ecology.* 71(4):1232–1237.

- McDonnell, M. J., S.T.A. Pickett, R.V. Pouyat. 1993. The application of the ecological gradient paradigm to the study of urban effects. En: McDonnell, M.J., S.T.A. Pickett. *Humans as Components of Ecosystems*. Springer-Verlag. New York. pp. 175–189.
- McGeoch, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol. Rev.* 73:181–201.
- Miller, G. L., P.R. Miller. 1984. Correlations of burrow characteristics and body size in burrowing wolf spiders (Araneae, Lycosidae). *Fla. Entomol.* 67: 314-317.
- Moeur, J. E., C.H. Eriksen. 1972. Metabolic responses to temperature of a desert spider, *Lycosa (Pardosa) carolinensis* (Lycosidae). *Physiol. Zool.* 45:290-231.
- Moretti, M. 2000. Effects of winter fire on spiders. En: Scharff, N., S. Toft. *European Arachnology 2000*. Aarhus University Press. Finlandia. 183–190.
- Mourier, H., O. Winding, E. Sunesen. 1979. Guía de los animales parásitos de nuestras casas. Omega. Barcelona. pp 224.
- Muma, M. H. 1975. Two vernal ground-surface arachnid populations in Tularosa Basin, New Mexico. *Southwest. Nat.* 20:55–67.
- Muma, M. H. 1980. Comparison of ground-surface spider populations in pinyon-juniper and arid-grass land association in southwestern New México. *Fla. Entomol.* 63:211-222.
- Naturalista. CONABIO. <http://www.naturalista.mx/taxa/43155-Romerolagus-diazi> Acceso 27 de febrero de 2018.
- Niemi, G. J., M. E. McDonald. 2004. Application of Ecological Indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35:89–111.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, Ciudad de México, México, 31 de Diciembre del 2002.
- Pearce, J. L., L. A. Venier, G. Eccles, J. Pedlar, D. McKenney. 2004. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. *Biodivers. Conserv.* 13:1305-1334.
- Pickard-Cambridge, F.O. 1902. Arachnida. Araneida. *Biologia cent. am. Zool.* 2:313-424.
- Pickett, S. T., M. L. Cadenasso, J. M. Grove, C. H. Nilon, R. V. Pouyat, W. C. Zipperer, R. Constanza. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of Metropolitan areas. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32:127-157.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Interciencia.* 31:583-590.
- Planas, E., C. Fernández-Montraveta, C. Ribera. 2013. Molecular systematics of the wolf spider genus *Lycosa* (Araneae: Lycosidae) in the Western Mediterranean Basin. *Mol. Phylogenet. Evol.* 67(2):414–428.



- Pluess, T. I. Opatovsky, E. Gavish–Regev, Y. Lubin, M. H. Schmidt. 2008. Spiders in wheat fields and semi–desert in the Negev (Israel). *J. Arachnol.* 36:368–373.
- Polis, G. A., T. Yamashita. 1991. The ecology and importance of predaceous arthropods in desert communities. En: Polis, G. A. *The ecology of desert communities*. The University of Arizona Press. Tucson. pp. 180–122.
- Punzo, F. 2000. *Desert arthropods: life history variations*. Springer Heidelberg.
- Punzo, F. (2007). Microhabitat utilisation, diet composition, intraguild predation, and diel periodicity in five sympatric species of desert arachnids: a wolf spider (*Hogna carolinensis*), tarantula spider (*Aphonopelma steindachneri*), solifuge (*Eremobates palpisetulosus*), giant whiscorpion (*Mastigoproctus giganteus*), and scorpion (*Diplocentrus bigbendensis*). *Bull. Br. Arachnol. Soc.* 14(2):66–73.
- Punzo, F. 2003. Observations on the natural history and ecology of the wolf spider *Hogna carolinensis* (Walckenaer) (Araneae: Lycosidae) in the northern Chihuahuan Desert. *Bull. Br. Arachnol. Soc.* 12:399–404.
- Rodriguez-Rodriguez, S. E., K. P. Solis-Catalan, A. Valdez-Mondragon. 2015. Diversity and seasonal abundance of anthropogenic spiders (Arachnida: Araneae) in different urban zones of the city of Chilpancingo, Guerrero, Mexico. *Rev. Mex. Biodivers.* 86(4):962–971.
- Rosin, Z. M., A. Lesicki, Z. Kwieciński, P. Skórka, P. Tryjanowski. 2017. Land snails benefit from human alterations in rural landscapes and habitats. *Ecosphere.* 8(7): 1–15.
- Salazar, C., C. Solis. 2015. ARANEOFAUNA URBANA (Arachnida: Araneae) DE CIUDAD VICTORIA, TAMAULIPAS, MÉXICO. *Acta Zool. Mex.* 31(1):55–66.
- Shook, R.S. 1978. Ecology of the wolf spider *Lycosa carolinensis* Walckenaer (Araneae: Lycosidae) in a desert community. *J. Arachnol.* 6:53–64.
- Slowik, J., P. E. Cushing. 2007. Redescription of *H. coloradensis* (Banks 1894) from the southwestern United States (Araneae, Lycosidae). *J. Arachnol.* 35(1):46–53.
- Turnbull, A. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annu. Rev. Entomol.* 18:305–348.
- Ubick, D., P. Paquin, P. E. Cushing, V. Roth. 2005. Spiders of North America: an identification manual. *Am. Arachnol. Sco.* pp. 377.
- Velderrain-Algara, L.A., J. L. León-de la Luz, Y. Maya-Delgado. 2010. Estructura de la vegetación en montículos de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Polibotánica.* 29:67–90.
- Walkley, A., I. A. Black. 1934. An examination of Degtjaroff methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the cromic acid titration method. *Soil Science.* 37:29–38.

Ward, D., Y. Lubin. 1993. Habitat selection and the life-history of a desert spider, *Stegodyphus lineatus* (Eresidae). *J. Anim. Ecol.* 62 :353-363.

Whitmore, C., R. Slotow, T. E. Crouch, A. S. Dippenaar-Schoeman. 2002. Diversity of spiders (Araneae) in a savanna reserve, Northern Province, South Africa. *J. Arachnol.* 30:344–356.

World Spider Catalog. 2016. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, version 17.5, accessed on 08-21-2016.

Yáñez, M., G. Floater. 2000. Spatial distribution and habitat preference of the endangered tarantula, *Brachypelma klaasi* (Araneae: Theraphosidae). *Biodivers. Conserv.* 9 (6): 795-810.