

EFFECTOS DE LA INTERVENCIÓN ANTRÓPICA SOBRE LA ABUNDANCIA Y
ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Chactas* sp. y *Tityus* sp. (ARACHNIDA:
SCORPIONES) EN BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO, EN EL MUNICIPIO DE
BUESACO, NARIÑO

OSCAR ARMANDO TOVAR V.
JULIO ERNESTO SOUZA C.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO

2012

EFFECTOS DE LA INTERVENCIÓN ANTRÓPICA SOBRE LA ABUNDANCIA Y
ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Chactas* sp. y *Tityus* sp. (ARACHNIDA:
SCORPIONES) EN BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO, EN EL MUNICIPIO DE
BUESACO, NARIÑO

OSCAR ARMANDO TOVAR V.
JULIO ERNESTO SOUZA C.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Biólogo

Director:
Aquiles Gutiérrez
Magister en Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2012

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1 del acuerdo No 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Febrero 15 de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera muy especial a quienes con su apoyo y fortaleza nos han proporcionado fe y optimismo para culminar el presente trabajo. Son muchas las personas que nos acompañaron en éste extenso y desafiante camino, por tal motivo extendemos para ellos un cálido abrazo y un reconocimiento de corazón.

Ph.D JOSÉ OCHOA CÁMARA (Perú), por su invaluable amistad, sus importantes aportes como Escorpiólogo y por su enseñanza, gracias a la cual ha sido posible la fantástica experiencia de trabajar a su lado.

B.Sc. RICARDO BOTERO TRUJILLO, por orientarnos hacia el conocimiento del apasionante mundo de los escorpiones, gracias por su amistad, confianza y dedicación para compartir y construir la comprensión científica de estos organismos.

Ph.D CAMILO MATTONI (Argentina), por su amistad, su generosidad, sus aportes y enseñanzas sobre escorpiología, lo cual nos brindó las herramientas necesarias para cumplir satisfactoriamente con las metas y objetivos propuestos en ésta investigación.

Ph.D EDUARDO FLÓREZ, quien con su colaboración genera motivación y confianza en quienes como nosotros acuden a su conocimiento para lograr cumplir satisfactoriamente con las metas trazadas.

JOSÉ LUIS BENAVIDES PASSOS, Vicerrector Administrativo Udenar 2009 – 2010 por su generosidad y compromiso con los estudiantes UDENAR, de quien recibimos el apoyo necesario en el momento más oportuno.

JOSÉ MARÍA MONCAYO ROSERO, Alcalde Municipal Buesaco. Por brindarnos el Aval institucional y condiciones favorables para el desarrollo de nuestro trabajo de campo.

Biólogo GUILLERMO CASTILLO, por abrir las puertas del fantástico mundo de la entomología.

Magister, JHON JAIRO CALDERÓN LEYTÓN, por todas sus enseñanzas y constante apoyo.

Magister, AQUILES GUTIERREZ, por su valiosa orientación en la realización de este trabajo.

Biólogo, MAURICIO RODRÍGUEZ, por su calidad como profesional y amigo, por su constante cooperación a lo largo de nuestra carrera.

CAROL SOFÍA NARVÁEZ LORZA, por su amistad incondicional, por sus valiosos aportes y su colaboración en nuestro trabajo de campo.

JHOANA CASTILLO GARCÍA, por su constante compañía, afecto, comprensión, por su invaluable amistad y apoyo en el presente trabajo.

ORLANDO BOLAÑOS y su familia por su hospitalidad y colaboración en la realización del trabajo de campo.

A nuestros amigos y compañeros: César Paz, Natalia Apráez y Julieth Paí por esa inquebrantable amistad. Carol Narváez, Patricia, Francisco Ortega, Jorge Burbano, por cada momento compartido y con quienes iniciamos éste largo camino y ahora juntos hemos llegado a nuestra anhelada meta.

A la familia Sendero Verde FESV, por su apoyo y esperanza en un mundo más amable, más sensible y más verde, que nos motiva cada día y hace que todo lo aprendido en nuestra vida universitaria tenga mayor valor y compromiso.

A todos aquellos que de alguna u otra manera han contribuido a la conquista de esta nueva etapa.

JULIO agradece a: Mi padre Julio y mi madre Graciela, a mi hermano Luis Esteban por su amor, apoyo y paciencia a lo largo de estos años.

A toda mi familia, Mami Esperancita, tíos y tías, primos y primas por su incondicional compañía y apoyo.

Julián, Carloncho, Monte, Laura, Oscar Tovar y toda su familia, por brindarme su verdadera amistad, alegrías y sus brazos abiertos en momentos difíciles.

OSCAR agradece a: Mis Tíos y Primos, especialmente a David Riascos, Edwin Tovar y Mauricio Tovar, quienes son como mis hermanos, me brindan su apoyo y me llenan de Orgullo con sus logros.

Ing. María Patricia Obando, Directora del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, de la Universidad Mariana. Por sus enseñanzas, amistad, generosidad y bondad que han contribuido de manera importante a lo largo de mi formación Profesional.

A la Señora Angelina Velásquez, por su generosidad, sus valiosos consejos y constante apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A Jorge Burbano, mi primer compañero y amigo en la UDENAR, César Paz, por su determinante soporte en el momento decisivo, como solo un verdadero amigo lo puede hacer.

A Julio Souza por su valiosa amistad, su determinación y excepcional apoyo para permitir que éste trabajo y el sueño de ser Biólogos sea una realidad.

DEDICATORIA

A todos esos seres maravillosos quienes tuvieron un corto paso por este mundo pero fue suficiente para iluminar mi vida en cada momento y la siguen iluminado con su inquebrantable recuerdo, Darío, Loro, Olito hasta siempre hermanitos.

Julio E. Souza C.

A Dios por la fe y protección espiritual que he recibido.

A mi Padre Oscar Tovar Calderón, por su constante apoyo a lo largo de mi vida académica.

A mi Madre Carmenza Velasco, por sus cuidados, entrega y devoción familiar, que ha constituido el eje de mi hogar.

A mi Hermana Mónica Tovar por su cooperación, fe y optimismo como digno ejemplo a seguir. A mi Sobrina Luisa F. Bastidas, por ser mi inspiración y mi fortaleza para enfrentar los desafíos personales, académicos y profesionales.

A mi Novia Katerine Silva, por enseñarme el verdadero significado del sentimiento más importante para todo ser humano, por estar juntos en toda ocasión, por brindarme su ternura, comprensión y amor durante los mejores años de mi vida.

A mi Gran Amigo que por tantos años me acompañó, desde mi niñez hasta este momento, jamás te olvidaré "Paco" (*Ara Severa*) por tantas alegrías y recuerdos, fuiste tú la inspiración que me lleva a luchar por el cuidado Ambiental y la protección de todos los maravillosos seres que comparten éste planeta con nosotros.

Oscar A. Tovar V.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
1. OBJETIVOS.....	23
1.1 General.....	23
1.2 Específicos.....	23
2. ANTECEDENTES.....	24
3. MARCO TEORICO.....	27
3.1 Escorpiones en Colombia.....	27
3.2 Antropización.....	27
3.3 Ecología de Poblaciones.....	27
3.3.1 Concepto de población biológica.....	27
3.3.2 Las Poblaciones en el ecosistema.	28
3.3.3 Disturbios en escala de poblaciones.....	28
3.3.4 Factores que limitan la distribución.....	29
3.4. Bionomía de escorpiones.....	31
3.4.1 Morfología de los escorpiones.....	31
3.4.2 Historia natural.....	32
3.4.3 Ecología de escorpiones.....	33
3.4.3.1 Caracteres estructurales de poblaciones de escorpiones.....	35
3.4.3.1.1 Abundancia.....	35
3.4.3.1.2 Proporción de edades.	35
3.4.3.1.3 Proporción de sexos.....	36

4. MATERIALES Y METODOS.....	38
4.1 Área de Estudio.....	38
4.1.1 Unidades de Paisaje.....	39
4.1.2 Zona de máxima intervención (Zona A)	39
4.1.3 Zona de intervención media (Zona B)	40
4.1.4 Zona de baja intervención (Zona C)	41
4.2 Fase de campo.....	43
4.2.1 Muestreos.....	43
4.2.2 Áreas de estudio y esfuerzo de muestreos.....	44
4.2.3 Manejo de Individuos colectados.....	44
4.2.4 Estadios de desarrollo.....	48
4.3 Fase de Laboratorio.....	48
4.4 Análisis de datos.....	48
5. RESULTADOS.....	50
5.1 Densidad poblacional en el gradiente de intervención antrópicas.....	51
5.1.1 Comparación de la abundancia total entre poblaciones.....	54
5.2 Proporción de sexos en el gradiente de intervención.....	54
5.2.1 Abundancia relativa de cada sexo en cada zona de intervención.....	56
5.2.1.1 Hembras.....	56
5.2.1.2 Machos.....	56
5.2.1.3 Juveniles.....	57
5.2.2 Estructura sexual entre las poblaciones.....	58
5.3 Estructura poblacional y rangos de tamaño en el gradiente de intervención...	60
5.3.1 Estructura de tamaño – edades en la población de <i>Tityus</i> sp.....	60

5.3.1.1 Estructura de tamaño – edades en la población de <i>Tityus</i> sp. para cada sexo.....	64
5.3.2 Estructura de tamaño – edades en la población de <i>Chactas</i> sp.....	66
5.3.2.1 Estructura de tamaño – edades en la población de <i>Chactas</i> sp. para cada sexo.....	69
6. DISCUSION.....	76
6.1 Abundancia poblacional en el gradiente de intervención antrópica.....	76
6.2.1 Estructura sexual entre poblaciones.....	81
7. CONCLUSIONES.....	86
REVISIÓN LITERARIA.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Dimorfismo sexual en los géneros <i>Tityus</i> y <i>Chactas</i>	37
Figura 2. Mapa de cobertura vegetal del municipio de Buesaco (IGAC, 2009).....	38
Figura 3. Zona de máxima intervención, Finca Gutiérrez, 50 m cabecera municipal de Buesaco norte.....	40
Figura 4. Zona de intervención media. A 200 m de la cabecera municipal de Buesaco norte, finca Villa Sofía.....	41
Figura 5. Zona de mínima intervención. Vereda el Tambo Km 2, vía Buesaco norte.....	42
Figura 6. <i>Tityus</i> sp. (Macho adulto) bajo luz UV.....	43
Figura 7. Marca de esmalte sobre <i>Tityus</i> sp. (Hembra adulta).....	45
Figura 8. Microhábitats.....	46
Figura 9. Medición de la longitud total con calibrador manual.....	47
Figura 10. Comparación de la abundancia relativa en cada zona de intervención.....	53
Figura 11. Distribucion de los rangos de edades de acuerdo al sexo en el gradiente de intervencion.....	67
Figura 12. Tendencia de cada población en el gradiente de intervención.....	74

LISTA DE FIGURAS

Pág

Tabla 1. Resultados totales y porcentuados de cada sexo, según los censos poblacionales (comparación entre las medianas de las abundancias totales encontradas en cada zona de intervención con Kruskal Wallis) para dos especies de escorpiones a lo largo de un gradiente de intervención antrópica. Fuente de esta investigación.....	51
Tabla 2. Muestra los valores torales y porcentaje de cada sexo en cada zona. En cada una de las poblaciones se compararon la distribución de la abundancia relativa con la prueba U de Mann Whitney de los sexos en cada uno de los ambientes estudiados para las dos poblaciones. Fuente de esta investigación....	55
Tabla 3. Muestra los registros del total y porcentaje de los individuos juveniles y de ambos sexos, para cada zona. Comparación de las medias de las abundancias de hembras, machos e individuos juveniles con Kruskal Wallis y Mann Whitney, presentes en cada zona del gradiente de intervención. Fuente de esta investigación.....	57
a. <i>Tityus</i> sp.....	57
b. <i>Chactas</i> sp.....	58
Tabla 4. Comparación de las medias de las abundancias de cada sexo entre las dos poblaciones (<i>Tityus</i> sp. vs. <i>Chactas</i> sp.) con la prueba de Mann Whitney para cada uno de los ambientes del gradiente de intervención estudiado. Fuente de esta investigación.....	59
Tabla 5. Valores obtenidos para las variables de edades y sexos. Resultados totales de los censos poblacionales relacionados a rangos de tamaño y sexos (registros y capturas) para dos poblaciones de escorpiones. Fuente de esta investigación.....	61
Tabla 6. Muestra las abundancias totales y porcentajes de los rangos de tamaño en cada zona. Comparación de las medias de la proporción de rangos de tamaño en cada zona de intervención con la prueba Kruskal Wallis. Fuente de esta investigación.....	62

Tabla 7. Comparación de las medias de la abundancia de individuos de cada rango de tamaño en el gradiente de intervención con la prueba Kruskal Wallis. Fuente de esta investigación.....	64
Tabla 8. Comparación de las medias de las abundancias de individuos de cada una de las edades en cada población respecto al sexo con la prueba Kruskal Wallis. Fuente de esta investigación.....	65
Tabla 9. Porcentajes de microhábitats frente a cada zona de intervención. Fuente de esta investigación.....	71

GLOSARIO

- Antropización: Consiste en el grado de modificación de un ecosistema original por efectos antropogénicos, sumado a la dificultad que esa modificación representa para que el ecosistema se regenere y a la cantidad de elementos antropogénicos que contenga.
- Bionomía: Refiere al conocimiento de un género en el ecosistema en el que habita su distribución, hábitats, etología, modificaciones de la densidad poblacional, longevidad, hábitos, capacidad vectorial, etc.
- Endemismo: Término utilizado en biología para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Por ello, cuando se indica que una especie es endémica de cierta región, significa que sólo es posible encontrarla de forma natural en ese lugar.
- Microhábitats: En ecología se refiere a la parte más pequeña de un ecosistema que contiene una flora y una fauna distintiva. Normalmente las condiciones de ese microhábitat difieren de las de alrededor, lo que condiciona la presencia de especies.

RESUMEN

El área boscosa del municipio de Buesaco presenta un gradiente de alteración antrópica debido al avance progresivo de la agricultura y la ganadería. Teniendo en cuenta este deterioro, se estudiaron dos poblaciones de escorpiones en términos de: distribución en edades-tamaño, distribución de los sexos y abundancia relativa a lo largo de tres niveles contrastantes de intervención antrópica en el Bosque Húmedo Premontano (Holdridge, 1967). La investigación se valió de métodos intrusivos para estudiar las poblaciones en campo. Se efectuó mediante inspección directa y captura manual utilizando lámparas UV, se marcó cada uno de los individuos registrados con esmalte para uñas y posteriormente fueron liberados.

Se estudiaron las poblaciones de *Tityus* sp. y *Chactas* sp., del municipio de Buesaco, las cuales han sido consideradas como poblaciones oportunistas y especialistas respectivamente, por lo cual, podrían representar un potencial como bioindicadores de efectos antropogénicos generados sobre bosques húmedos y otros tipos de ecosistemas. En *Tityus* sp. se observó un comportamiento ecológico de acuerdo a su carácter oportunista y en *Chactas* sp. se encontró un comportamiento atípico en relación a su carácter especialista (reportado en otras investigaciones y poblaciones), el cual le permitiría superar eficientemente los posibles efectos de la alteración antrópica, para lograr establecerse en este tipo de ambientes modificados.

En la zona de intervención media se presentaron incrementos notables en la población de *Chactas* sp. el cual superó a los valores encontrados en *Tityus* sp. a diferencia de lo registrado en las zonas de máxima y mínima intervención. De la misma manera, en la zona de intervención media, los machos de la población de *Tityus* sp. fueron más abundantes que las hembras, contrariamente a la tendencia normal de estas poblaciones en las cuales las hembras de escorpiones son más abundantes, lo que puede considerarse como un efecto ecológico notable de las modificaciones ambientales sobre esta población en particular.

ABSTRACT

The forested area of the municipality of Buesaco presents a gradient of anthropogenic disturbance due to the progressive development of agriculture and livestock. Given this decline, we studied two populations of scorpions in terms of: age-size distribution, sex distribution and relative abundance along three contrasting levels of human intervention in premontane wet forest (Holdridge, 1967). The research made use of intrusive methods to study populations in the field. Was performed by direct inspection and manual entry using UV lamps are marked each of the individuals registered with nail polish and were subsequently released.

We studied populations of *Tityus* sp. and *Chactas* sp., Buesaco Township, which have been considered as opportunistic and specialist populations respectively, which could represent a potential as bioindicators of anthropogenic effects generated on rainforests and other ecosystems. In *Tityus* sp. ecological behavior was observed according to their opportunistic nature and *Chactas* sp. atypical behavior was found in relation to their specialist nature (reported in other studies and populations), which would allow efficiently overcome the possible effects of anthropogenic disturbance, to gain a foothold in this type of modified environments.

In the middle area of intervention had significant increases in the population of *Chactas* sp. which exceeded the values found in *Tityus* sp unlike that recorded in the areas of maximum and minimum intervention. The same way, in the intervention area half, males of the population of *Tityus* sp. were more abundant than females, contrary to the normal trend of these populations in which females are more abundant scorpions, which can be considered a significant ecological effect of environmental changes on this particular population.

INTRODUCCIÓN

La alteración de los ambientes naturales debido a la actividad antrópica es una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad. Si la modificación es total y comprende una extensa área, una parte considerable de la biota puede extinguirse; sin embargo, en la mayor parte de los casos esto no ocurre, pues la alteración de los ecosistemas naturales no siempre es total y con frecuencia el resultado es un mosaico compuesto por remanentes del hábitat original en medio de una matriz de ambientes antropogénicos (Forman 1995).

En relación al estado de conservación del área boscosa del municipio de Buesaco, ésta presenta una alteración a causa del factor antrópico, donde se puede observar el avance de la agricultura y la ganadería (EOT Buesaco 2007). Teniendo en cuenta este deterioro, se evaluó el efecto de la intervención antrópica sobre la abundancia y estructura poblacional de dos poblaciones de escorpiones *Chactas* sp. y *Tityus* sp. reflejada en la proporción de edades, proporción de sexos y abundancia relativa en distintos niveles de alteración generada por los cambios en la configuración natural del ecosistema del Bosque Húmedo Premontano (Holdridge, 1967).

Por sus características fisiológicas y biológicas, los artrópodos son sensibles a las modificaciones que se dan en el medio natural y por eso sus poblaciones sufren los efectos de pérdida de la calidad del hábitat, ligado al aumento en la perturbación antropogénica. El acelerado proceso de extensión de las actividades humanas que amplía la frontera agrícola y ganadera, transforma los ecosistemas naturales en nuevos ambientes modificados, lo cual causa un riesgo para la funcionalidad y estabilidad de los ecosistemas alterados (Dirzo R., et al, 1981). La modificación del hábitat es un proceso que actúa sobre la vegetación nativa produciendo fragmentos de hábitat de composición heterogénea, aislados uno del otro por una matriz de hábitat antropogénico diferente al original, limitando la dispersión de las especies (Fahrig, L. 2003).

La adaptación de los seres vivos a su entorno es un proceso de equilibrio dinámico y permanente entre la asimilación de las condiciones que este impone y la capacidad de acomodar el entorno a los requerimientos de cada especie. Es así como algunas especies de escorpiones alcanzan densidades más altas sólo en áreas con amplia cobertura del suelo de rocas, troncos u hojarasca (Smith 1966, Koch 1978, Warburg y Ben-Horin 1978). En ecosistemas alterados el suelo presenta algunas características particulares debido a las actividades culturales y de cultivo que generan compactación y remoción mecánica, proporcionando a estas poblaciones de escorpiones mayor disponibilidad de refugios en las fisuras u orificios formados en el sustrato, lo cual les permite establecer su lugar de resguardo y captura de presas favoreciendo el incremento de su población (Höfer, 1990).

La significancia funcional de los artrópodos es enorme, debido al gran número de individuos y a la gran variedad intraespecífica e interespecífica. La falta de apreciación de la importancia que le da el ser humano, sumado al desinterés por los artrópodos, es una percepción que impide enormemente su conservación (Kremen *et al.*, 1993). La diversidad y abundancia de artrópodos terrestres pueden proveer una rica base de información que se suma al esfuerzo por la conservación de la biodiversidad y en las estrategias y manejo de reservas naturales (Kremen *et al.*, 1993), encaminadas a enfrentar el aumento en los niveles de disturbio de ecosistemas destinados al uso y explotación agropecuaria, que pueden causar un efecto sobre la abundancia de las poblaciones asociadas a este tipo de ambientes.

El carácter oportunista de la población del género *Tityus* sp. le permitiría adaptarse eficientemente a las condiciones propias de las áreas modificadas, logrando aprovechar los recursos y componentes físicos disponibles para alcanzar un tamaño poblacional importante. Por el contrario, los individuos del género *Chactas* sp. que presentan un carácter especialista, son sensibles a las modificaciones causadas por disturbios, condición que puede afectar a estas especies de escorpiones, al ocasionar una declinación en la abundancia poblacional (Brownell & Polis 2001).

En el departamento de Nariño los trabajos existentes sobre escorpiones hacen referencia a descripciones de algunas especies, pero los estudios ecológicos relacionados con la escorpiofauna son inexistentes. Hasta la fecha, únicamente se han registrado algunos representantes de las familias Buthidae, Chactidae (Lourenço 1997; Botero-Trujillo, 2008) y recientemente el hallazgo importante de *Troglotayosicus humiculum* de la familia Troglotayosicidae que hasta la fecha solamente era conocida para Ecuador (Botero-Trujillo & Francke, 2009; Ochoa et al. 2010).

El conocimiento de la fauna de escorpiones de Nariño está lejos de reflejar su dimensión real. Probablemente el número de géneros y especies distribuidas en la región es mucho mayor al conocido, debido entre otras cosas a los escasos trabajos de investigación y las deficientes técnicas de muestreo anteriormente utilizadas. La información completa de la diversidad de escorpiones en Nariño, podría permitir la identificación apropiada de estos organismos y la correspondiente comprensión del papel que desempeñan dentro de los diferentes ecosistemas.

El logro de los objetivos propuestos en el presente trabajo aporta al conocimiento del efecto que tiene la intervención antrópica sobre la estructura de las poblaciones de escorpiones que se presentan en este tipo de ecosistemas y constituye una aproximación hacia la comprensión de la biología y ecología de los escorpiones en Colombia.

Al considerar que las poblaciones de insectos y artrópodos terrestres son grupos de organismos sensibles a los cambios y transformaciones del ambiente y que se desconoce cualquier aspecto relacionado con la biología y estructura de las poblaciones de escorpiones del bosque húmedo tropical en términos generales, nos hemos planteado la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la intervención antrópica en un Bosque Húmedo Premontano, sobre los patrones de abundancia y estructura de dos poblaciones coexistentes de escorpiones: *Chactas* sp. y *Tityus* sp.?

HIPOTESIS CIENTÍFICAS DE TRABAJO

- La intervención antrópica podría causar un incremento en la abundancia de la población de *Tityus* sp., evidenciando mayor adaptación a los ambientes modificados. La población de *Chactas* sp., por su parte, presentaría menor abundancia en las zonas de mayor intervención, debido a su mayor requerimiento de condiciones estables, relacionado a su carácter especialista dependiente de ecosistemas conservados.
- La frecuencia de hembras en poblaciones de escorpiones tiende a ser mayor que la de los machos, los cuales podrían verse afectados por predación al buscar recursos y/o pareja.
- Para la población de *Tityus* sp. existiría una mayor proporción de individuos juveniles que habitan en zonas de mediana y máxima intervención antrópica, lo cual indicaría una tendencia al crecimiento poblacional. En la población de *Chactas* sp., presentaría un incremento en la proporción de individuos adultos en zonas de mayor intervención antrópica, lo cual indicaría una tendencia hacia la declinación poblacional.
- La preferencia sobre algún tipo de microhábitat se da según la disponibilidad de estos frente a las condiciones de cada zona. De acuerdo a la edad y sexo de cada individuo se relaciona el tiempo de permanencia en su respectivo microhábitat; los individuos juveniles y de sexo femenino tendrán hábitos fosoriales más marcados.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Evaluar el efecto que tiene la intervención antrópica sobre la abundancia y estructura poblacional para dos poblaciones de escorpiones con rasgos ecológicos contrastantes *Chactas* sp. y *Tityus* sp., a lo largo de un gradiente de alteración de bosque húmedo premontano.

1.2 Específicos

- Comparar los patrones de abundancia de las dos poblaciones coexistentes de escorpiones a lo largo de un gradiente con tres niveles de intervención en un sistema de bosque húmedo premontano.
- Identificar y comparar la estructura de edades-tamaño en las dos poblaciones de escorpiones, a lo largo del gradiente de intervención del bosque húmedo premontano.
- Estudiar y comparar la proporción de sexos en dos especies de escorpiones para tres niveles de intervención del bosque húmedo premontano.
- Identificar el grado de preferencia y permanencia de las dos poblaciones de escorpiones por los diferentes tipos de microhábitats existentes en cada una de las zonas con gradiente de intervención.

2. ANTECEDENTES

Los estudios ecológicos de escorpiones han generado un reciente interés por parte de los investigadores gracias al avance de técnicas de colecta como lámparas UV y la necesidad de información que permita comprender aspectos biológicos, etológicos o poblacionales relacionados a la interacción entre estos organismos y su ambiente.

Los primeros trabajos en ecología de escorpiones fueron conducidos en regiones templadas de Norteamérica, específicamente en el desierto de Colorado, donde Polis & Farley (1979), estudiaron el comportamiento de los individuos adultos de una población de *Paruroctonus mesaensis* (Vaejovidae) durante el período de apareamiento. Los machos maduros fueron más errantes y se alimentaron menos que el resto de individuos de la población. El canibalismo de las hembras hacia los machos, combinados con otros factores relacionados con el apareamiento representaron una mayor tasa de mortalidad para los machos en comparación a las hembras de esta población.

Para Suramérica, Hofer *et al.* (2005) estudiaron la abundancia de *Brotheas amazonicus* (Chactidae) en tres tipos de hábitat de la selva neotropical al noreste de Manaus en Brasil. Las tasas de captura fueron más altas en los suelos de arenas blancas en el bosque primario que en las áreas afectadas. Parámetros estructurales como la cantidad de basura en la superficie del suelo, el número de palmeras sin tallo, troncos caídos y montículos de termitas en el suelo difirieron significativamente entre los hábitats. Las áreas perturbadas mostraron menor diversidad estructural. Concluyeron que la disponibilidad de lugares para refugiarse es muy importante en la estructura de esta población, la cual presenta gran presión ejercida por depredación de una gran diversidad de especies depredadoras presentes en el centro de los bosques amazónicos.

En Europa se destaca el trabajo de Castilla & Pons (2007) quienes presentaron los primeros datos existentes sobre la población de *Buthus occitanus* (Buthidae) en el archipiélago de Columbretes en Castellón, España. Los

resultados indicaron que la densidad de escorpiones en la isla Columbrete Grande (13 ha) es muy alta y variable en zonas con vegetación (0,17-0,79 individuos/m²), y muy baja en zonas de roca sin vegetación (0,006 ind/m²). En este trabajo se discutió el interés de estas observaciones en relación con las causas que determinan la presencia/ausencia de *B. occitanus* en el archipiélago, las posibles implicaciones sobre las interacciones entre los depredadores y presas que conviven en las islas, y las consecuencias del cambio climático global sobre la dinámica poblacional de esta especie.

Los trabajos de investigación en ecología de escorpiones son escasos, por lo cual cabe considerar trabajos relacionados a la ecología de otros arácnidos y en particular en el orden Aranea, refiriendo así a Céspedes (2005) quien calculó el índice de diversidad Sorensen entre tres tipos de vegetación, y demostró que existían diferencias en la composición de arañas. La diversidad de estas es muy sensible a los impactos antrópicos como la deforestación, agricultura, quema, etc. Los datos obtenidos mostraron resultados similares a los de otros estudios realizados en arañas para el Neotrópico, entre los cuales se pueden mencionar los de Silva (1992) en Perú, Flórez (1999) en Colombia, Borges & Brescovit (1996) en Brasil y hacia el sur del continente americano, Avalos et al. (2007) evaluaron el importante avance de la degradación de bosques en la Provincia Biogeográfica del Chaco, Argentina, como un factor que conlleva a una pérdida importante de su poco conocida biodiversidad de arañas.

Debido a la escasa aproximación científica al estudio de la estructura de poblaciones de escorpiones, pensamos importante incluir aquí algunos trabajos relacionados con la estructura poblacional de insectos en distintos ambientes con gradiente de alteración: así, Halffter y Arellano (2001) estudiaron la comunidad de escarabajos estercoleros de un paisaje con diferentes escenarios de cambio antrópico (México), para determinar si existía una respuesta a dicho cambio. Estos autores asumieron la antropización desde un punto de vista cualitativo de acuerdo con la conservación de coberturas vegetales (conservación de la cubierta arbórea, lo cual ellos entienden como un reflejo de la intensidad de la intervención humana)

asignando tres valores a la perturbación antrópica (baja, media y alta). De manera mucho más superficial, Lobo y Morón (1993) trataron el efecto antrópico sobre las comunidades de coleópteros a lo largo del tiempo en áreas protegidas mexicanas. Se puso en evidencia la escasa producción y publicación de estudios donde se trate el efecto de la antropización sobre las comunidades y poblaciones biológicas en el trópico y en ninguno de ellos se trata de una manera sistemática una medida cuantitativa de la antropización.

Castillo López (2010) estudió la relación de distintos grados de perturbación antropogénica y de la estacionalidad, con la diversidad biológica de cinco órdenes de insectos del Desierto de Sonora. Durante la época de lluvias disminuye la diversidad y aumenta la dominancia en los sitios con perturbación alta o baja, mientras que en el sitio con perturbación intermedia la estacionalidad no tiene un efecto sobre la diversidad ni sobre la dominancia de los insectos estudiados. En cuanto a la perturbación antropogénica, observó que si se mantiene a un nivel relativamente bajo, tiene un efecto positivo sobre la diversidad de insectos.

3. MARCO TEORICO

3.1 Escorpiones en Colombia

Los escorpiones son un grupo de arácnidos que en Colombia está representado aproximadamente por 50 a 60 especies reportadas hasta la fecha y agrupadas en cinco familias: Buthidae, Liochelidae, Chactidae, Diplocentridae y Troglotayosicidae (Lourenço, 1997, 2000; Flórez 2001; Botero-Trujillo & Francke 2009), para las cuales se identifican diferentes hábitats y distribución.

3.2 Antropización

Consiste en el grado de modificación de un ecosistema original por efectos antropogénicos, sumado a la dificultad que esa modificación representa para que el ecosistema se regenere y a la cantidad de elementos antropogénicos que contenga (Morin, 1983; Maya, 2001).

Algunos autores tratan el efecto de la “antropización” sobre diversos sistemas biológicos de manera cualitativa o con base en algún factor indicador, pero ninguno lo trata de manera integrada, es decir, teniendo en cuenta los diferentes tipos de coberturas y/o usos del suelo que se identifican en el paisaje. La cuantificación concreta para evaluar este concepto no ha podido ser estandarizada, debido al hecho de no contar actualmente con una medida integrada y cuantitativamente específica de este fenómeno, el cual solo se ha tratado de una manera cualitativa o con base en factores indicadores, más no como la modificación antrópica del paisaje en conjunto (Martínez Dueñas, 2004).

3.3 Ecología de Poblaciones

3.3.1 *Concepto de población biológica*

Una población biológica se define como un conjunto de organismos (individuos) de la misma especie, que se encuentran lo suficientemente próximos como para reproducirse y entre los cuales los genes pueden fluir libremente; esto

significa que comparten propiedades biológicas que ocasionan una alta cohesión reproductiva, demográfica y ecológica (Morlans 2004).

3.3.2 Las Poblaciones en el ecosistema.

Cada especie en una comunidad y ecosistema existe como una población; es decir, es un grupo reproductivo. Para que un ecosistema permanezca estable por un largo periodo de tiempo, la población de cada especie debe permanecer más o menos constante en tamaño y distribución geográfica. A su vez, para que una población permanezca constante en tamaño por un largo periodo de tiempo, su tasa reproductiva promedio debe ser igual a la tasa de mortalidad. Por lo tanto, el problema del balance de los ecosistemas está en cómo la tasa de nacimientos y la tasa de mortalidad se balancean para cada especie en el ecosistema (Morlans, 2004).

3.3.3 Disturbios en escala de poblaciones

Algunas definiciones de disturbio están fuertemente influenciadas por el contexto de lo que podemos denominar como disturbio es decir, “un evento discreto y puntual de mortalidad, desplazamiento o daño de uno o más individuos (o colonias), que crea directa o indirectamente una oportunidad para el establecimiento de nuevos individuos (o colonias)” (Sousa 1984). La consecuencia implícita fundamental de esta definición es que los disturbios liberan recursos que pueden aprovechar otros organismos, en el contexto de un nuevo ecosistema emergente. De este modo, el disturbio es importante en dos aspectos del ciclo de vida de una población dada. 1) sirve como una fuente de heterogeneidad espacio-temporal de la disponibilidad de recursos, situación fundamental para la permanencia de algunas especies; y 2) es un agente de selección natural en las historias de vida (Sousa, 1984).

Las características y los efectos de los disturbios dependen también de la movilidad del organismo estudiado. De modo complementario, la recolonización de una zona alterada depende de:

a) La morfología, fisiología y ecología reproductiva de las especies presentes antes del disturbio.

b) La morfología, fisiología y ecología reproductiva de las especies que colonizan el lugar o que pueden llegar al sitio.

c) Las características locales del ambiente en el que ocurre el fenómeno (intensidad y severidad del agente de disturbio, tamaño y forma, ubicación y distancia de la fuente de colonizadores, la heterogeneidad interna, y el tiempo cronológico) (Sousa 1984).

Del análisis de este tipo de eventos surge la “*hipótesis del disturbio intermedio*”, la cual propone que la máxima diversidad de una comunidad se alcanza con intensidades medias de disturbio. Cuando los agentes causantes de mortalidad en las poblaciones actúan con intensidades intermedias, evitan que las especies más competitivas excluyan a las demás, permitiéndoles permanecer en la comunidad. Si la intensidad del disturbio fuese baja las especies más competitivas no serían inhibidas; si la intensidad fuese alta ninguna de las especies podría compensar la gran mortalidad causada por el disturbio (Connell 1978, Lubchenco 1978).

Las poblaciones en proceso de adaptación a nuevas condiciones generadas por las modificaciones ambientales después de un disturbio, tienden a incrementar su densidad poblacional, con una proporción alta de individuos jóvenes; determinando poblaciones de crecimiento rápido (Morlans 2004).

3.3.4 Factores que limitan la distribución

La distribución de una especie suele estar limitada por la conducta de los individuos en la selección de su hábitat, cada especie suele asociarse con un tipo de hábitat específico de acuerdo al requerimiento de recursos, ciclos de reproducción y condiciones ambientales que generan competencia entre dos especies, en donde una será más eficiente y a largo plazo la población de una de las especies disminuirá y desaparecerá, a menos que surja alguna conducta adaptativa para escapar a la competencia (Morlans, 2004).

Cuando las tasas de natalidad o mortalidad son constantes, una población crecerá (o decaerá) a una proporción exponencial. Cuando las poblaciones no crecen o disminuyen exponencialmente es porque una fuerza externa (es decir algo en el ambiente) está alterando las tasas de natalidad y/o mortalidad (Ginzburg, 1986, Ginzburg y Colyvan, 2004). Esta fuerza externa (del medio ambiente) puede ser un factor abiótico o un factor biótico, tal como "el grado de aglomeración inter-específico y las densidades de todas las demás especies en la comunidad que podrían interactuar con la especie focal" (Turchin, 2003).

A medida que aumenta el número de individuos de una población o la densidad poblacional, también crece la sobrevivencia y la reproducción (Berryman, 1999). Un buen ejemplo ocurre cuando los animales se reúnen en grupos para protegerse y, de esta forma, diluyen la amenaza que cada individuo enfrenta de ser atacado por un depredador.

Eventualmente, se alcanza un límite máximo luego del cual la densidad poblacional no puede aumentar. Diversos factores diferentes pueden limitar una población, tales como los depredadores, las enfermedades, los niveles de recursos y la competencia con otras especies. En algún momento la tasa de crecimiento de cada individuo de una población está limitada directa e inmediatamente por su propia densidad, a través del proceso de competencia intra-específica (Berryman, 1999; Turchin, 2001). Los mecanismos de competencia intraespecífica, que aumentan con una densidad poblacional creciente y actúan para eventualmente limitar el crecimiento de la población, incluyen la agresión intraespecífica, la territorialidad, la interferencia con la búsqueda debido a las interacciones agonísticas con conespecíficos, el canibalismo y la competencia por espacios libres de enemigos (Berryman, 1999; Turchin, 2003).

Los organismos interactúan con otras especies y con el medio ambiente físico de diversas maneras. Algunas veces estas interacciones incluyen "retroalimentaciones negativas". Un ejemplo de retroalimentación negativa es cuando el aumento en la población de una especie de presa genera un incremento

de la población de sus depredadores (a través del aumento de la reproducción) y, a su vez, esto ocasiona una reducción de la población de presas mediante el aumento de la mortalidad debido a la depredación (Berryman, 2002, 2003).

Un factor se define como limitante cuando un cambio en el factor produce un cambio en la densidad promedio o en la densidad de equilibrio (Krebs, 2001). Algunas veces escuchamos que “todo está relacionado con la naturaleza” y que, por lo tanto, un cambio en la abundancia de un organismo afectará la abundancia de todos los demás. Si bien es cierto que todo en la naturaleza está relacionado por medio de interacciones, la conclusión antes mencionada es exagerada y puede inducir al error (Berryman, 1993).

3.4. Bionomía de escorpiones

3.4.1 *Morfología de los escorpiones:*

Los escorpiones exhiben atributos únicos que los diferencian de cualquier otro grupo animal. Su cuerpo se encuentra dividido en dos grandes regiones: el prosoma y el opistosoma. A su vez, el opistosoma se encuentra dividido en una porción anterior amplia, conformada por siete segmentos (el mesosoma), y una posterior angosta y muy flexible, constituida por cinco segmentos a manera de anillos (metasoma), denominada comúnmente como “cola”, que termina en el telson: una vesícula portadora de dos glándulas secretoras de toxinas y que porta en su extremo apical un ahusamiento a manera de aguijón (Flórez, 2007).

Otras características exclusivas de los escorpiones son la posesión de un par de órganos sensoriales a manera de peines (pectinas) en la región antero-ventral del abdomen, la articulación de los últimos segmentos del pedipalpo para formar una pinza (quela), el progresivo aumento en la longitud de las patas en sentido antero-posterior, la fluorescencia de su tegumento ante exposición a luz ultravioleta y su reconocida ancestralidad que se remonta hasta el período Silúrico hace alrededor de 450 millones de años (Brownell & Polis 2001).

3.4.2 *Historia natural*

Los escorpiones se caracterizan por sus hábitos nocturnos. La mayoría viven bajo troncos, piedras o bajo la corteza de los árboles (Polis, 1990); también en grietas o en agujeros que ellos mismos cavan en el sustrato. Son depredadores y su dieta está constituida principalmente por artrópodos, aunque ocasionalmente pueden alimentarse de pequeños vertebrados (Williams 1987). Un porcentaje de su dieta también la pueden constituir individuos de otras especies de escorpiones y puede ocurrir el canibalismo tanto hacia individuos juveniles como el canibalismo sexual por parte de las hembras, aunque con menor frecuencia de lo que se pensaba (Peretti et al., 1999).

Los depredadores de escorpiones más comunes son lagartos, aves, tarántulas y algunos mamíferos insectívoros (McCormick y Polis, 1990).

Son organismos vivíparos con algunas excepciones donde pueden considerarse ovovivíparos. Las crías emergen a través del opérculo genital y son ayudadas por los dos primeros pares de patas de las hembras, que adoptan una posición a manera de “cesta natal” y que permite a los recién nacidos ascender al dorso de la madre, en donde permanecen por espacio de 10-15 días hasta el momento de alcanzar su primera muda. Durante este período, las crías no pueden alimentarse por sí solas y utilizan remanentes de las reservas nutritivas vitelinas. Luego de la primera muda, los juveniles descienden de la madre e inician una vida independiente (Polis & Sissom 1990).

El número de crías por parto es variable, entre 1 y 105 juveniles por camada (Polis & Sissom 1990). El desarrollo postembrionario ha sido estudiado en algunas especies neotropicales, aunque muy poco se conoce acerca de este aspecto para las especies colombianas. Los datos registrados para las especies neotropicales indican que el período de gestación varía entre 2 y 10 meses; el tamaño de la camada, entre 2 y 91 crías; el número de mudas, entre 4 y 7; la madurez sexual se alcanza entre los 8 y 36 meses y la longevidad se establece en un rango que va de 21 a 60 meses (Flórez 2007).

3.4.3 Ecología de escorpiones

La ecología es el aspecto menos conocido de la biología de los escorpiones. La razón es histórica: antes de la introducción de la luz ultravioleta como herramienta de muestreo en los censos poblacionales, no existía una técnica de investigación apropiada que permitiera estudiar de manera eficiente los individuos presentes en cada ecosistema, debido al carácter furtivo que presentan los escorpiones (Lawrence 1954, Paván y Vachon 1954) en su medio natural (Stahnke 1972). Durante largo tiempo, esto dificultó la investigación sobre este grupo de depredadores nocturnos, y los estudios ecológicos se limitaban a los datos recogidos durante el día, removiendo piedras o buscando bajo los escombros de la superficie. Con el descubrimiento de la fluorescencia de los escorpiones bajo luz ultra violeta, se incrementó notablemente la eficiencia de los muestreos, permitiendo la obtención de resultados estadísticos concluyentes.

En algunos hábitats, los escorpiones son depredadores muy exitosos en términos de densidad y aporte de biomasa. Cumplen un papel importante en la estructura y energética de una comunidad (Williams, 1987, Polis, 1990). La gran mayoría de escorpiones requieren de hábitats, microhábitats y condiciones ambientales muy específicas, asociadas con ecosistemas que se han establecido durante miles de años (Pianka 1988; Polis 1990).

Algunos miembros de la familia Buthidae, como *Tityus fasciolatus* Lourenço, 1979 así como algunos Superstitioniidae viven en grietas o en cavernas. Estas madrigueras son muy eficientes para evitar el calor en ambientes secos (Brownell & Polis 2001).

La mayoría de las especies requieren de un hábitat particular, con necesidades específicas que se relacionan con la forma de vida de cada especie. Varios bítidos, y la mayoría de Vaejovidae, Bothriuridae, Scorpionidae, Urodacidae y Chactidae (entre otros) pueden cavar madrigueras en el terreno, que son muy eficientes para evitar el calor en ambientes secos. Muchas especies en diversas familias (como Liochelidae, Hemiscorpiidae y Buthidae) viven primordialmente en grietas de rocas y árboles, mostrando varias adaptaciones

morfológicas y un aspecto general usualmente deprimido. Otros escorpiones se especializan en vivir dentro de cuevas, como algunos representantes de las familias Typhlochactidae y Troglotayosicidae.

Naturalmente, existen excepciones en cuanto a los altos requerimientos ambientales exigidos, particularmente en especies de los géneros *Centruroides*, *Isometrus* y *Tityus* de la familia Buthidae, aunque también en otras familias como Chactidae, las cuales son muy versátiles y prefieren terrenos de escasa humedad, pero sin llegar a una extrema resequedad (Brownell & Polis 2001). Algunas especies viven en ambientes modificados con alto grado de intervención antrópica (agricultura, ganadería, minería y construcciones). Dichas excepciones pueden definirse como *especies oportunistas* y no corresponden a la mayoría de escorpiones que sí requieren de hábitats y de microhábitats particulares y cuyas poblaciones sobreviven solamente en una relativa estabilidad y ambientes predecibles (Polis 1990; Brownell & Polis 2001).

Los escorpiones suramericanos que exhiben características de especies en equilibrio (especialistas) tienen pocas camadas con altas probabilidades de supervivencia, una sola camada por inseminación, alto endemismo, baja dispersión y viven simpátricamente con otras especies. Algunas especies del género *Tityus* son buenos ejemplos de individuos que viven en equilibrio con otras especies, entre ellas *Tityus antioquensis* Lourenço & Otero-Patiño, 1998 en Colombia (Brownell & Polis 2001).

Las especies que exhiben una historia natural como oportunistas (escorpiones generalistas), se caracterizan por tener gran número de crías, mucha versatilidad, alta plasticidad ecológica, períodos embrionarios y lapsos de vida muy cortos, varias camadas con una sola inseminación y gran densidad poblacional. Asimismo, son especies que poseen exigencias biotópicas mínimas. Estas son especies de amplia distribución, exitosas, y capaces de aprovechar un amplio número de biotopos con un mínimo de especiación (Gómez & Otero 2007). Entre los escorpiones generalistas hay varios bítidos (especies de los géneros *Centruroides*, *Isometrus* y *Tityus*) que se pueden encontrar en varias zonas

geográficas y con habilidades de adaptación a nuevos ambientes, lo cual favorece su dispersión (Gomez & Otero, 2007).

3.4.3.1 Caracteres estructurales de poblaciones de escorpiones:

3.4.3.1.1 Abundancia:

La abundancia de una población es el número de individuos que la componen (Valderas, 2004). Algunos factores como la disponibilidad de los lugares de ocultación, la presión ejercida por depredación o la disponibilidad de alimento influyen directamente con la abundancia de escorpiones (Höfer, Wollscheid & Gasnier, 1996).

3.4.3.1.2 Proporción de edades: Se refiere a la cantidad (en número o peso) de individuos de cada edad o intervalo de edad.

Muchas especies de escorpiones alcanzan la madurez sexual durante el primer año de vida, como *Buthotus minax* Vachon et Stockmann (Stockmann, 1979) que alcanza su madurez sexual entre 164-307 días; otras especies como *P. mesaensis*, llegan a su madurez reproductiva entre 19-24 meses (Polis & Farley, 1980). En promedio, el género *Tityus*, alcanza su madurez sexual de 16 a 36 meses, lo cual en tamaño corporal representa de 36 a 45 mm, Para el género *Chactas* su promedio es de 6,2 meses que en tamaño corporal representa de 40 a 46 mm (Polis 1990).

Los juveniles se alimentan, aumentan de peso, y experimentan muda seis veces en promedio, antes de alcanzar la madurez. El período antes de la madurez es extraordinariamente largo, con una duración de 6 a 83 meses. Los jóvenes son dependientes de sus madrigueras en los primeros días de vida y luego, en los primeros meses la abandonan para explorar su medio (Polis, 1990). Las agregaciones pueden beneficiar a los jóvenes al reducir la probabilidad de la mortalidad por depredación. Los individuos de edad intermedia y adultos están generalmente distribuidos al azar, aunque los adultos tienden a conformar una

distribución regular, probablemente como consecuencia del canibalismo (Polis, 1980).

Las poblaciones en proceso de adaptación a nuevas condiciones propias de ambientes modificados, presentan un incremento en su densidad poblacional, con una proporción alta de individuos jóvenes; este comportamiento poblacional es característico de las poblaciones de crecimiento rápido. Un segundo tipo de crecimiento poblacional es el intermedio, con un porcentaje moderado de individuos en todas las edades; este es propio de poblaciones estacionarias. El tercer tipo es el que presenta mayor cantidad de individuos adultos que jóvenes, característico de poblaciones que están declinando (Morlans 2004).

3.4.3.1.3 Proporción de sexos

Proporción de individuos de uno u otro sexo en la población. En muchas especies, la proporción de sexos (macho:hembra) en el nacimiento es de 1:1; los cambios relacionados al desarrollo gradualmente alteran las proporciones, hasta que en la madurez suele ser 1:2 o 1:3. En muchas especies la proporción de sexos en ambientes naturales es desconocida, pero la proporción sexual de adultos es sesgada por el número de hembras preponderantes, cuya mortalidad sexual diferencial de los compañeros machos se atribuyó al canibalismo ejercido por las hembras en el momento del apareamiento (Maury, 1969; Probst 1972; Koch 1977; Polis y Farley 1980) y / o por "los efectos del estrés reproductivo" (Smith, 1966, Maury 1969, Polis y Farley, 1980). En época reproductiva, las mayores tasas metabólicas junto con las bajas tasas de alimentación de los machos maduros al menos para *P. mesaensis* (Polis y Farley 1979) pueden causar estrés en ellos y una mayor probabilidad de muerte por inanición.

Figura 1. Dimorfismo sexual en los géneros *Tityus* y *Chacta* . Fotografías J. Souza (2008). Fuente de esta investigación.



Tityus sp. hembra adulta



Tityus sp. macho adulto



Chactas sp. hembra adulta



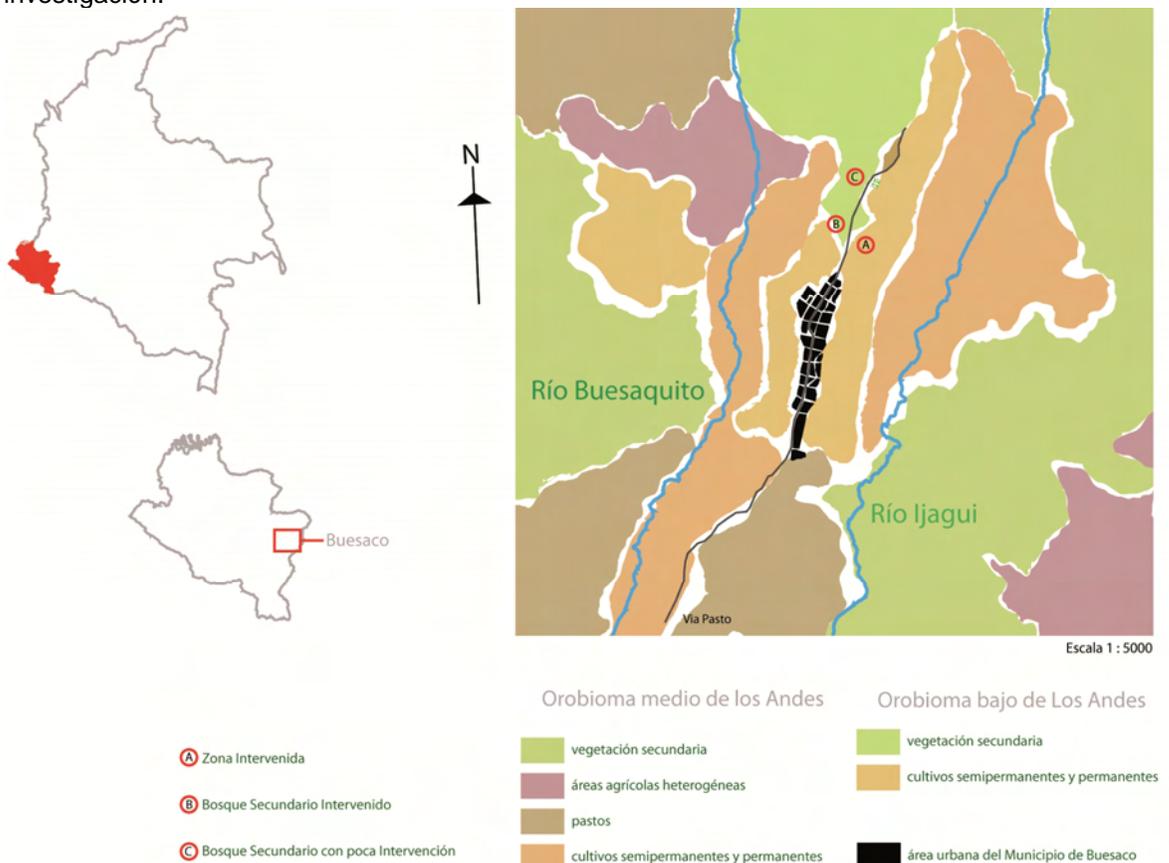
Chactas sp. macho adulto

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Área de Estudio

El municipio de Buesaco (Fig. 2) se encuentra a una altura de 1.959 msnm, comprende un área de 682 Km² y la mayor parte del municipio es montañosa, con algunas zonas planas ligeramente onduladas. Entre los accidentes geográficos se encuentran los cerros de Bordoncillo y Morasurco. Esta es una extensa zona que posee el municipio como reserva natural que poco a poco tiende a desaparecer por la intervención antrópica (EOT Buesaco 2007).

Figura 2. Mapa de cobertura vegetal del municipio de Buesaco (IGAC, 2009). Fuente de esta investigación.



Las temperaturas promedio oscilan entre 16.7 y 20.3°C. Durante los meses de julio, agosto y septiembre se presentan las mayores temperaturas; durante los meses de diciembre y enero ocurren las menores temperaturas.

Presenta una precipitación media mensual de 95 mm, evaporación de 152 a 185 mm, brillo solar de 130.5 a 205.7 horas mensuales y una humedad relativa de 81% a 82 % (EOT Buesaco 2007).

4.1.1 Unidades de Paisaje

Unidad climática: En el municipio de Buesaco encontramos los pisos bioclimáticos Subandino y Andino, en los cuales se presentan regímenes de humedad seco, húmedo y muy húmedo.

Geoformas de planicie interandina: se encuentran suelos superficiales, mal drenados, de textura franco fina y arcillosa. Actualmente se aprovechan en pastos naturales y ganadería extensiva, ocupando un área de 2450 ha representada en un 4% del total (EOT Buesaco 2007).

4.1.2 Zona de máxima intervención (Zona A):

Área de vocación agrícola y ganadera, presenta un elevado nivel de disturbio, con dominancia del estrato herbáceo, escasa vegetación arbustiva, pérdida de cobertura vegetal, rastrojo sobre la capa arable y senderos en talud (mapa de cobertura vegetal del municipio de Buesaco). Punto central: N 01°22'33,3", W 077°09'28,7" (Fig. 3).

Figura 3. Zona de máxima intervención, Finca Gutiérrez, 50 m cabecera municipal de Buesaco norte. Fotografías J. Souza 2010. Fuente de esta investigación.



4.1.3 Zona de media intervención (Zona B):

Cubre una extensión de 62,25 has. Estos bosques se ubican de forma dispersa a manera de parches boscosos; se caracterizan por la presencia de especies como: Amarillo (*Miconia theaezans*), Salado (*Hedrosmum translucidum*), Motilón silvestre (*Freziera* sp.), Cedrillo (*Brunnelia bullata*), Encino (*Weinmannia* sp.), Pumamaque (*Oreopanax nigrus*), Chilacuan (*Oreopanax discolor*), Laurel de cera (*Myrica pubescens*) y algunas especies de importancia agrícola como café, plátano, rutáceas, etc. Este tipo de bosque está sometido a la extracción de leña, presenta menor cantidad de hojarasca, epifitismo escaso o ausente y dominancia del estrato arbustivo.

Las funciones que tienen estos bosques son: protección de nacimientos de agua y márgenes de las quebradas; también se usan como fuentes dendroenergéticas para las personas que habitan en sus alrededores (mapa de

cobertura vegetal del municipio de Buesaco) (EOT Buesaco 2007). Punto central: N 01°22'38,8", W 077°09'2'44,3" (Fig. 4).

Figura 4. Zona de intervención media. A 200 m de la cabecera municipal de Buesaco norte, finca Villa Sofía. Fotografías J. Souza 2010. Fuente de esta investigación.



4.1.4 Zona de mínima intervención (Zona C):

Tiene una extensión de 132,50 has. Se presentan las siguientes especies vegetales: Amarillo (*Axinaea macrophylla*), Cancho (*Brunnellia tomentosa*), Asnalulo (*Cavendishia bracteata*), Mate (*Clusia multiflora*), Canelón (*Drimis granatensis*), Charmolán (*Geissanthus serrulatus*), Motilón silvestre (*Hieronyma colombiana*), Chaquilulo (*Macleania rupestris*), Pumamaque (*Schefflera marginata*) y Encino (*Weinmannia* sp.). Presenta como características especiales la presencia de una continua capa de hojarasca, troncos caídos en proceso de

descomposición, un número considerable de plantas epifitas, alta densidad vegetal y diferentes estratos arbóreos. Este tipo de bosque cumple funciones muy importantes, como lo es la contribución a una constante humedad, manteniendo y regulando los caudales de las microcuencas que en él se originan y albergando especies faunísticas. Este bosque está sometido a la tala, muchas veces ilícita, en sus zonas aledañas (mapa de cobertura vegetal del municipio de Buesaco) (EOT Buesaco 2007). Punto central: N 01°22'39,2", W 077°09'29".

Figura 5. Zona de mínima intervención. Vereda el Tambo Km 2, vía Buesaco norte. Fotografías J. Souza 2010. Fuente de esta investigación.



4.2 Fase de campo

4.2.1 Muestras:

Se utilizó un método directo para la visualización nocturna y censo de los individuos de las dos poblaciones de escorpiones presentes en el área de estudio. Este consiste en la utilización de lámparas de luz ultravioleta (Arachnid A49) con las cuales se realizaron búsquedas revisando posibles microhábitats como vegetación, hojarasca, piedras, grietas y troncos caídos, permitiendo la observación de los individuos gracias a la fluorescencia que éstos emiten ante la exposición a una fuente de rayos UV (Lawrence 1954, Paván y Vachon 1954). Censamos los microhábitats en recorridos hora/hombre (3 horas x 2 hombres) en cada zona de intervención para obtener una descripción más detallada de cada ambiente con diferente nivel de intervención (Figura 6).

Figura 6. *Tityus* sp. (Macho adulto) bajo luz UV. Fotografías J. Souza 2010. Fuente de esta investigación.



4.2.2 Áreas de estudio y esfuerzo de muestreo:

Para determinar y diferenciar cada zona de intervención, se estimaron la composición y fisionomía vegetal cuyos elementos florísticos relevantes son aquellos elementos dominantes en cuanto a densidad vegetal, altura de dosel y DAP. Estos parámetros describen el grado de desarrollo y densidad vegetativa que definen el grado de conservación de cada zona.

Se realizaron cinco salidas de campo a lo largo de los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio del año 2010. Se realizaron muestreos nocturnos de 3 horas (8 pm a 11 pm) en cada sitio designado como área de estudio (A, B, y C) (Figs. 3, 4 y 5), durante dos noches en cada salida, para un total de seis horas de muestreo mensuales en cada zona de intervención.

El recorrido en cada zona se hizo en las horas preestablecidas portando el equipo necesario para lograr la visualización, análisis e identificación nocturna de los escorpiones (linternas UV, linternas estándar, calibrador, pinzas de captura, libreta de campo, lápiz, plásticos, frascos de vidrio, laca para uñas, GPS Garmin e Trex Vista 24 MP Navigation System).

4.2.3 Manejo de Individuos colectados

Al visualizar el organismo se procedió a capturarlo utilizando las pinzas. Para marcar cada individuo se utilizó esmalte para uñas de varios colores para diferenciar cada día de muestreo aplicado en su parte dorsal, facilitando así el posterior reconocimiento de cada escorpión que ya hubiera sido capturado. Luego se procedió a liberar al organismo en el mismo sitio en el cual fue capturado (Fig. 7).

Figura 7. Marca de esmalte sobre *Tityus* sp. (Hembra adulta). Fotografías J. Souza 2010. Fuente de esta investigación.



Para cada individuo se registró cuidadosamente el sexo (existe dimorfismo sexual en las dos especies) (Fig. 1), exceptuando aquellos individuos juveniles de longitud menor a treinta (30) milímetros debido a su bajo nivel de maduración; también se midió el estado de desarrollo tomando la longitud total en milímetros con un calibrador manual (Fig. 9). Los datos de longitud total son indicadores útiles para estimar la edad y estado de desarrollo de los individuos. También se registraron los microhábitats donde fueron encontrados los individuos muestreados como hojarasca, grietas, plantas, rocas y troncos caídos (Fig 8).

Figura 8. Microhábitats. Fotografías J. Souza 2010. Fuente de esta investigación.

Hojarasca (*Chactas* sp. Hembra)



Grietas (*Chactas* sp. Machos)



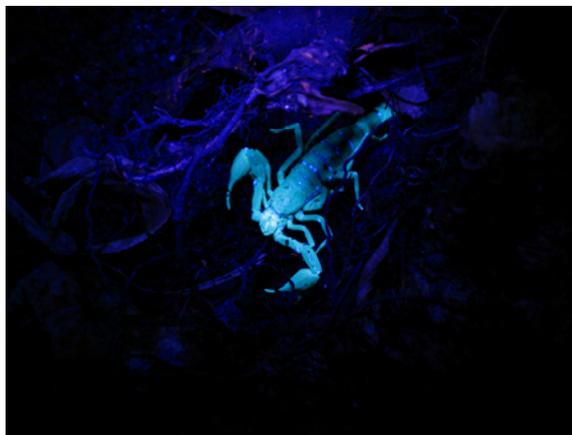
Plantas (*Chactas* sp. Macho)



Rocas (*Tityus* sp. Hembra)



Troncos (*Tityus* sp. Macho)



En la bitácora fueron anotados datos como fecha, hora, sitio de captura, número de individuos marcados, sexo, longitud y microhábitats (Naranjo, 1996). En el siguiente evento de muestreo se procedió a revisar cada posible refugio y contar el total de individuos de las dos especies, tanto los “marcados” como los “no marcados” y se registraron las cifras correspondientes.

Figura 9. Medición de la longitud total con calibrador manual. Fotografías J. Souza; C. Torres 2010. *Chactas* sp. macho. Fuente de esta investigación.



4.2.4 Estadios de desarrollo:

Se determinaron los siguientes rangos según el tamaño, confirmados con los datos de campo:

1. R1: 10-30 mm
2. R2: 31-40 mm
3. R3: 41-50 mm
4. R4: 51-60 mm
5. R5: > 60 mm

4.3 Fase de Laboratorio

Se realizaron observaciones detalladas que permitieran la identificación de los individuos, colectando algunos ejemplares en calidad de pre-muestreo con un mes de anticipación al inicio del trabajo de campo. Cada ejemplar fue sacrificado en alcohol etílico al 75% para su posterior identificación en el laboratorio del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Los individuos colectados han sido depositados en la colección entomológica de la Universidad de Nariño (Pasto) y en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá).

4.4 Análisis de datos

Se aplicó el método de captura-marcado-recaptura propuesto por Krebs (1986), sugerido por Naranjo (1996) para estimar la abundancia poblacional, modificado para tomar el tiempo de muestreo como parámetro independiente y el uso de marcas individuales para considerar los recuentos dentro del mismo tiempo de colecta y para recopilar con mayor precisión datos básicos sobre los individuos capturados relacionados con desarrollo edad- tamaño y sexo.

En ecología, este sistema permite estimar el tamaño de una población y sus características (supervivencia, movimientos y crecimiento, etc), por lo que dicho método es utilizado cuando el investigador no puede estudiar cada uno de los individuos que conforman la población.

Tras una primera captura, se marcó de forma individual cada individuo de la población que posteriormente se liberó, y se recapturaron algunos individuos de la misma población, para estimar el tamaño de esta mediante un análisis de la relación entre los recapturados con respecto al número total de capturados.

Realizamos la prueba de normalidad Shapiro-Wilks utilizando el programa PAST 3 para determinar qué tipo de pruebas corresponde utilizar.

Efectuamos la prueba Kruskal Wallis para comparar la abundancia en cada zona (Niveles de intervención A, B y C) de la población al interior de cada especie durante el tiempo, así como para comparar las medianas totales de la abundancia de cada edad representada en rangos de tamaño entre las dos poblaciones (Zar, 1999). De esta manera fue posible identificar la existencia de alguna diferencia en al menos una de las zonas. Se realizó la prueba *a posteriori* tipo Tukey para puntualizar las diferencias estadísticas presentadas. Se usó un nivel de confiabilidad del 95% en todas las pruebas ($\alpha=0,05$) para determinar el grado de diferencia que existe, comparando las variables poblacionales entre las áreas de intervención.

Se realizó la prueba de Mann Whitney para identificar diferencias significativas en el comportamiento de dos variables de manera tanto intrapoblacional como interpoblacional para las dos especies a lo largo del gradiente de intervención, comparando los parámetros poblacionales como sexo y edad en cada grado de intervención (Zar 1999).

Las pruebas estadísticas se realizaron con los programas Excel 2007, Past 3 y Statgraphics 5,1.

5. RESULTADOS

Las especies encontradas en el municipio de Buesaco Nariño, fueron sometidas a un proceso de evaluación preliminar de carácter morfológico y taxonómico por parte de especialistas en arácnidos como PhD, Eduardo Flórez Daza quien ha desarrollado diversas investigaciones, entre las cuales encontramos el tratado de Buthidae de Colombia y actualmente está elaborando el tratado de Colombia para Chactidae, quien está realizando evaluaciones taxonómicas preliminares sobre las dos especies encontradas en Buesaco, para determinar su identificación, y determinar si son especies nuevas, concepto que comparte el especialista de Argentina PhD, Camilo Mattoni, quien luego de adelantar sus análisis llegó a la conclusión de incluir estas especies en la lista de nuevos hallazgos; de la misma forma el especialista PhD, José Ochoa, destacado por sus numerosos trabajos de investigación de la escorpiofauna en Perú, Brasil, Colombia, Bolivia, Ecuador, entre otros países en los cuales ha desarrollado su trabajo, evaluó las especies encontradas en Buesaco, estableciendo que los organismos podrían ser incluidos dentro de las referencias de nuevos hallazgos para la ciencia.

Al aplicar el método de captura-marcado-recaptura propuesto por Krebs en 1986, sugerido por Naranjo, (1996) como una manera sistemática para estimar la densidad poblacional, se hizo evidente un bajísimo índice de recaptura en los muestreo, lo que impidió obtener un suficiente número de individuos recapturados para la aplicación definitiva de este método. El bajo nivel de individuos recapturados pudo deberse al gran tamaño de las poblaciones censadas y/o por posibles eventos de muda corporal en los cuales los individuos capturados previamente pudieron perder sus marcas. Ante esto, fue necesario realizar una modificación en el método propuesto por estos autores.

5.1 Densidad poblacional en el gradiente de intervención antrópica

Se censaron en total 1712 individuos distribuidos como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 1. Resultados totales y porcentuados de cada sexo, según los censos poblacionales (comparación entre las medianas de las abundancias totales encontradas en cada zona de intervención con Kruskal Wallis) para dos especies de escorpiones a lo largo de un gradiente de intervención antrópica. Fuente de esta investigación.

Sp.	Sexo	Intervención				Kruskal Wallis		
		Máxima	Media	Mínima	Totales	H	P	Sig.
<i>Tityus</i> sp.	Machos	131 (34,3%)	83 (40,7%)	108 (21,6%)	322 (31,1%)	4,86	0,088	No
	Hembras	167 (44,2%)	71 (36,27%)	214 (50,8%)	452 (43,7%)			
	Juveniles	78 (21,2%)	44 (23,03%)	138 (27,6%)	260 (25,1%)			
	Total	376	198	460	1034			
<i>Chactas</i> sp.	Machos	100 (38,2%)	69 (25%)	28 (18,42%)	197 (29,0%)	7,26	0,002	Si
	Hembras	129 (57,1%)	163 (59%)	87 (57,23%)	379 (55,9%)			
	Juveniles	21 (9,21%)	44 (15,9%)	37 (24,34%)	102 (15,%)			
	Total	250	276	152	678			

Se destacan en rojo los máximos valores encontrados en ambas poblaciones y los valores menores en azul.

Considerando las dos poblaciones monitoreadas en forma separada, observamos que el comportamiento de la abundancia relativa de *Tityus* sp. mostró similitud estadística (Tabla 1).

Los ambientes con altos niveles de intervención, son sin duda, ambientes recientes en el tiempo ecológico, con lo cual pensamos que es importante resaltar los altos valores en la abundancia de la población de *Tityus* sp. en la zona con alta modificación (Tabla 1), los cuales son comparables con los datos recolectados en los ambientes con mínima intervención, evidenciando tolerancia de esta población frente a ambientes modificados, lo que sugiere capacidad en aprovechar los recursos y componentes físicos disponibles en este tipo de ecosistemas.

Estas áreas intervenidas podrían presentar mayor disponibilidad de microhábitats favorables como grietas, las cuales surgen por modificación

antrópica, producto de la remoción mecánica del suelo y la adecuación de éste para construcción de edificaciones y senderos. Es posible relacionar la afinidad de *Tityus* sp. con la mayor disponibilidad de estos microhábitats (Tabla 9).

Para las hembras, se observó que exhiben un mayor porcentaje en la zona de mínima intervención, mientras su menor porcentaje se encontró en la zona de intervención media. Los individuos machos presentaron mayor porcentaje en este mismo ambiente y el menor porcentaje lo encontramos en la zona de mínima intervención (Tabla 1, Fig 6a).

Por su parte, los individuos juveniles de *Tityus* sp. mostraron una mayor abundancia en la zona de mínima intervención, probablemente debido a la mayor disponibilidad de hojarasca, la cual representa un refugio permanente que permite proteger a los individuos inmaduros de factores como depredación y otras condiciones adversas del medio. El menor porcentaje de abundancia para estos escorpiones fue registrado en la zona de máxima intervención, por lo tanto es posible que se esté dando un efecto en la reproducción, relacionado con la tasa de natalidad, además de una probable baja tasa de supervivencia dada por la susceptibilidad de esta especie a la depredación. (Tabla 1).

Por otro lado, la población de *Chactas* sp. presentó una alta sensibilidad al gradiente de intervención (Tabla 1). Para esta especie también encontramos diferencias en el número de individuos con la prueba *a posteriori* tipo Tukey, donde se observó que entre mínima y media intervención existe diferencia significativa.

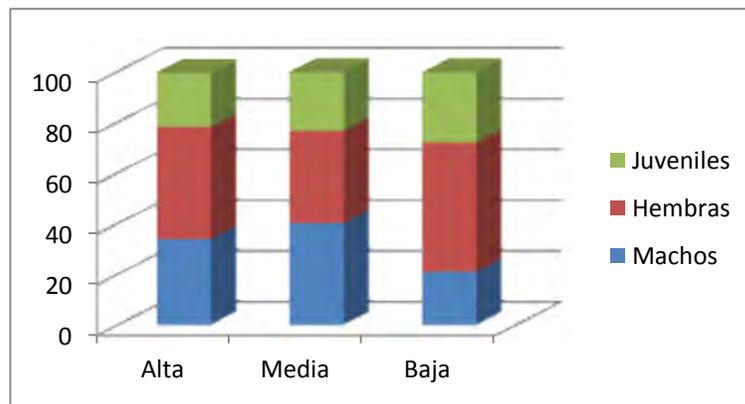
La población de *Chactas* sp. presentó menor abundancia en las zonas de mínima intervención, probablemente por la estrategia reproductiva que emplean, reflejada en su tamaño poblacional; además de la tendencia observada en la tabla 1, donde la abundancia entre *Chactas* sp. Y *Tityus* sp. son inversamente proporcionales. Las hembras alcanzaron porcentajes altos en todas las zonas, destacándose la zona de intervención media, con un valor notablemente alto respecto a juveniles y machos. El porcentaje más elevado de machos fue

observado en la zona de máxima intervención y la menor abundancia relativa de estos se dio en la zona de mínima intervención (Tabla 1, Fig. 10).

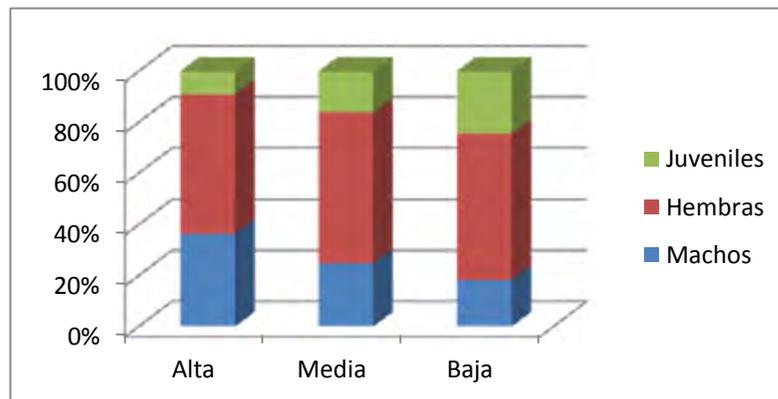
Los individuos juveniles presentaron mayor abundancia en la zona de intervención mínima, cuyas condiciones pueden favorecer la supervivencia de los individuos en sus primeras etapas de desarrollo, gracias a la gran cantidad de microhábitats disponibles como el denso manto de hojarasca observado y la presencia de grietas naturales que proporcionaron las plantas; en la zona de máxima intervención encontramos la menor densidad de individuos juveniles.

Figura 10. Comparación de la abundancia relativa en cada zona de intervención. Fuente de este trabajo.

a. *Tityus* sp.



b. *Chactas* sp.



5.1.1 Comparación de la abundancia total entre poblaciones

Considerando las abundancias totales de las dos poblaciones a lo largo del gradiente de intervención, fueron notables las diferencias interespecíficas (Mann Whitney U: 0 p: 0,012) (Fig. 10).

En la zona de mínima intervención se observaron diferencias entre las dos poblaciones sugiriendo comportamientos particulares para cada una, favoreciendo en el número de individuos a la población de *Tityus* sp. Se destaca que en esta zona no se presentaron los efectos del disturbio antrópico, proporcionando un ambiente cercano al estado original del bosque.

La población de *Chactas* sp. presentó mayor abundancia en zonas con algún grado de disturbio. En el caso de *Tityus* sp. la tendencia fue establecerse en sitios de mayor estabilidad como es la zona de mínima intervención donde la actividad antrópica fue escasa (Tabla 1).

5.2 Proporción de sexos en el gradiente de intervención

Al comparar estadísticamente las proporciones de ambos sexos para la población de *Tityus* sp., en cada zona de intervención, se evidenció que la estructura sexual de esta población se encuentra en relativo equilibrio en cada uno de los ambientes (Tabla 2). Se debe tener en cuenta que en la zona de mínima intervención presentan una proporción general entre machos y hembras cercana 1:2 (Tabla 1). En la zona de mayor modificación antrópica se determinó que el número de hembras fue mayor con 167 individuos frente al número de machos con 131 individuos (Tabla 1).

Se realizó un análisis comparativo entre los diferentes datos relacionados a los sexos de la población de *Chactas* sp., en el cual al comparar las proporciones de machos, hembras, en la zona de mínima intervención, indicó que existen diferencias significativas (Tabla 2).

Para la zona de media intervención no se presentó diferencia estadística entre machos y hembras, aunque el número de hembras total en los muestreos fue mayor que el de machos.

En cuanto al comportamiento de *Chactas* sp. observado en la zona de máxima intervención las proporciones de sexos, señalaron que no se presentaron diferencias significativas en cuanto a la proporción de machos y hembras (Tabla 2).

Tabla 2. Muestra los valores torales y porcentaje de cada sexo en cada zona. En cada una de las poblaciones se compararon la distribución de la abundancia relativa con la prueba U de Mann Whitney de los sexos en cada uno de los ambientes estudiados para las dos poblaciones. Fuente de esta investigación.

<i>Tityus</i> sp.				Machos – Hembras		
Zona	Sexo	Tot	%	U	p	Sig.
MÍNIMA	Machos	108	23,5%	4	0,094	No
	Hembras	214	46,5%			
MEDIA	Machos	83	42,0%	12	1	No
	Hembras	71	35,8%			
ALTA	Machos	131	34,8%	8	0,4	No
	Hembras	167	44,4%			
<i>Chactas</i> sp.				Machos – Hembras		
Zona	Sexo	Tot	%	U	p	Sig.
MÍNIMA	Machos	28	18,4%	0	0,012	Si
	Hembras	87	57,2%			
MEDIA	Machos	69	25%	4,5	0,115	No
	Hembras	163	59%			
ALTA	Machos	100	40%	9	0,52	No
	Hembras	129	51,2%			

5.2.1 Comparamos la abundancia relativa de cada sexo en cada zona de intervención.

5.2.1.1 Hembras

Comparamos la abundancia relativa de hembras de *Tityus* sp. en cada zona de intervención (A, B, C), encontrándose que existe diferencia significativa en la abundancia de estos individuos. La prueba tipo Tukey reveló diferencia significativa entre el número de hembras presentes en la zona de intervención media con respecto a las presentes en la zona de mínima intervención. Las hembras de *Tityus* sp. exhibieron menor abundancia en la zona de intervención media respecto a las encontradas en los otros ambientes. La zona de intervención media no favorece una alta abundancia de los *Tityus* sp. (Tabla 3).

Al hacer la comparación estadística de la abundancia de hembras de *Chactas* sp. en cada zona de intervención observamos que no existe diferencia significativa entre estos individuos. Las hembras de *Chactas* sp. se comportaron de manera similar en cada zona de intervención mostrando cierta tolerancia ante las distintas condiciones de alteración antrópica, probablemente relacionada a la tendencia a vivir en el mismo lugar por mucho tiempo ya que normalmente cuentan con madrigueras seguras, condición que les puede permitir soportar la alteración. (Tabla 3).

5.2.1.2 Machos

Al analizar los datos de la abundancia de machos de *Tityus* sp. en cada zona de intervención obtuvimos que no existen diferencias significativas entre la distribución de estos individuos. No se observaron diferencias significativas entre la abundancia de machos de *Chactas* sp. en cada ambiente (Tabla 3).

Los machos de *Tityus* sp. y *Chactas* sp. se distribuyeron de manera similar en cada zona de intervención mostrando baja sensibilidad a los efectos de la intervención antrópica. Los machos de *Tityus* sp. no presentaron ninguna tendencia que los diferencie estadísticamente, aunque se observó mayor número

de individuos en la zona de máxima intervención (131) y menor número en la zona de intervención media (83).

Los machos de *Chactas* sp. presentaron una progresión en cuanto al número de individuos desde la zona de intervención mínima hacia la zona de intervención máxima (Tabla 3).

5.2.1.3 Juveniles

Los individuos juveniles de *Tityus* sp. se distribuyeron de manera similar, mostrando no estar afectados por las condiciones ambientales particulares de cada zona (Tabla 3).

Tabla 3. Muestra los registros del total y porcentaje de los individuos juveniles y de ambos sexos, para cada zona. Comparación de las medias de las abundancias de hembras, machos e individuos juveniles con Kruskal Wallis y Mann Whitney, presentes en cada zona del gradiente de intervención. Fuente de esta investigación.

a. *Tityus* sp.

	Total	%	Kruskal Wallis			Mann Whitney								
Hembras						Min - Med			Med - Max			Max - Min		
Min	254	51,1%	H	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.
Med	74	14,8%	8,73	0,012	Si	0,5	0,016	Si	1	0,022	Si	8	0,4	No
Max	169	34%												
	497	100,0%												
Machos						Min - Med			Med - Max			Max - Min		
Min	108	33,4%				U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.
Med	83	25,6%	2,1	0,3	No	7,5	0,344	no	9	0,53	No	6	0,2	No
Max	132	40,9%												
	323	100%												
Juveniles						Min - Med			Med - Max			Max - Min		
Min	138	51,8%				U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.
Med	47	17,6%	5,4	0,1	No	3	0,059	No	4,5	0,115	No	7	0,3	No
Max	81	30,5%												
	266	100%												

b. *Chactas* sp.

	Total	%	Kruskal			Mann Whitney								
Hembras						Min - Med			Med - Max			Max - Mn		
Min	87	23,3%	H	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.
Med	163	43,6%	2,13	0,34	No	7,5	0,34	No	9	0,53	No	6	0,21	No
Max	124	33,2%												
	374	100,0%												
Machos						Min - Med			Med - Max			Max - Mn		
Min	28	16%				U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.
Med	69	38%	12	1	No	7,5	0,344	No	4	0,094	No	9	0,53	No
Max	83	46%												
	180	100%												
Juveniles						Min - Med			Med - Max			Max - Mn		
Min	37	37%				U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	p	Sig.
Med	44	43,5%	3,87	0,14	No	7,5	0,34	No	2,5	0,045	S	10	0,67	No
Max	20	19,8%												
	101	100%												

No encontramos diferencias significativas entre individuos juveniles de *Chactas* sp. en cada zona de intervención, aunque la cantidad de individuos encontrados muestran valores distantes entre las dos poblaciones. Los individuos juveniles de *Chactas* sp. presentaron una diferencia significativa entre las zonas de máxima y media intervención, mostrando una mayor abundancia en los ambientes menos intervenidos, a diferencia de lo observado en las zonas de máxima intervención donde la abundancia de esta población es relativamente baja probablemente porque en ambientes alterados podrían sufrir mayor depredación (Tabla 3).

5.2.2 Estructura sexual entre las poblaciones

La abundancia de las hembras entre las especies para el ambiente con mínima intervención, sí presentó diferencias notables. Este resultado sugiere que bajo condiciones naturales las hembras, (que desde el punto de vista poblacional

representan el componente clave en los procesos de crecimiento poblacional) tienen diferentes proporciones. Por otro lado, para las zonas de máxima y media intervención no se presentaron diferencias significativas entre las abundancias de las hembras, indicando que su respuesta a estas condiciones específicas de alteración fue similar. El efecto de las transformaciones en el hábitat, podrían estar generando una homogenización en la proporción de hembras entre estas dos poblaciones (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de las medias de las abundancias de cada sexo entre las dos poblaciones (*Tityus* sp. vs. *Chactas* sp.) con la prueba de Mann Whitney para cada uno de los ambientes del gradiente de intervención estudiado. Fuente de esta investigación.

Zonas	Mínima			Media			Máxima		
Sexo	U	p	Sig.	U	p	Sig.	U	P	Sig.
Hembras	1	0,021	Si	4	0,091	no	8	0,4	No
Machos	2	0,035	Si	12	1	no	7,5	0,34	No
Juveniles	2	0,036	Si	9,5	0,59	no	0	0,0119	Si

Por su parte, al igual que para las hembras, los machos en el ambiente más conservado sí presentó diferencias significativas. Sin embargo, no encontramos evidencia de diferencias notables entre machos presentes en las zonas de intervención máxima o media. Estos resultados apoyan aún más, la idea de un efecto de homogenización sobre la estructura y relación entre las proporciones sexuales en las poblaciones de las dos especies coexistentes (Tabla 4).

No obstante, el comportamiento de la abundancia de estadios juveniles o inmaduros en las dos poblaciones (*Tityus* sp. y *Chactas* sp.) a lo largo del gradiente de intervención, presentó diferencias significativas en las zonas de mínima y también bajo condiciones de máxima intervención. Esto sugiere que los disturbios humanos estarían afectando en forma diferencial las relaciones entre las proporciones de las dos poblaciones de acuerdo con la edad o estado de desarrollo de los individuos en cada una.

La distribución de cada población varió entre sí, favoreciendo a los individuos juveniles de *Tityus* sp. con respecto a los de *Chactas* sp. En la zona de intervención media el comportamiento de juveniles fue similar en ambas poblaciones, mostrando que su respuesta a estas condiciones específicas de alteración fueron semejantes (Tabla 3).

5.3 Estructura poblacional y rangos de tamaño en el gradiente de intervención

5.3.1 Estructura de tamaño – edades en la población de *Tityus* sp.

Los rangos de tamaño más destacados encontrados para la población de *Tityus* sp. en las diferentes zonas de intervención, fueron 35% de individuos ubicados en la zona de mínima intervención, cuyo tamaño se encuentra entre 31 a 40 mm, de los cuales 23.9% son hembras y 11% son machos. En la zona de intervención media se encontró un porcentaje de 29.8% de individuos en el rango de 41-50 mm, distribuidos en 11.6% de hembras y 18.18% de machos, siendo este valor el más alto en esta zona de intervención. Respecto al total de *Tityus* sp. para la zona de máxima intervención, los individuos que presentan un tamaño entre 41 a 50 mm cuentan con 29.78% de individuos entre los cuales un 15.95% corresponden a hembras y 13.82% fueron machos. Se encontró un 19.14% de hembras que representan el valor más alto de esta zona, cuyo tamaño comprende entre 51 a 60 mm (Tabla 5 y 6).

Tabla 5. Valores obtenidos para las variables de edades y sexos. Resultados totales de los censos poblacionales relacionados a rangos de tamaño y sexos (registros y capturas) para dos poblaciones de escorpiones. Fuente de esta investigación.

Especie	<i>Tityus sp.</i> (nov)						<i>Chactas sp.</i> (nov)					
	Talla-edad (milímetros)	<30	31-40	41- 50	51- 60	>60	Total	<30	31-40	41- 50	51- 60	>60
Intervención mínima												
Totales	138	161	115	42	4	460	37	55	49	11	0	152
Hembras		110	74	29	1			43	36	8	0	
Machos		51	41	13	3			12	13	3	0	
Juveniles	138						37					
Intervención media												
Totales	44	50	59	40	5	198	44	98	112	22	0	276
Hembras		31	23	16	1			73	84	6	0	
Machos		19	36	24	4			25	28	16	0	
Juveniles	44						44					
Intervención máxima												
Totales	78	60	112	112	14	376	21	74	132	23	0	250
Hembras		31	60	72	4			49	70	9	0	
Machos		29	52	40	10			25	62	14	0	
Juveniles	78						21					

Tanto en la zona de intervención mínima como en la de intervención media, según la prueba tipo Tukey, el rango de 61 mm en adelante exhibe diferencias significativas con respecto al resto de individuos, dada por la baja abundancia poblacional causada por la mayor mortalidad de estos individuos en su etapa final de desarrollo. Este rango se destaca en todas las zonas de intervención por su baja abundancia poblacional. Se observó una marcada diferencia entre los individuos del rango de 31 a 40 mm respecto a los individuos de los rangos 41 a 50 mm y 51 a 60 mm en la zona de máxima intervención (Tabla 5 y 6).

En la zona con mayor modificación, se observó una menor abundancia de los individuos de 31 a 40 mm respecto a los individuos de mayor tamaño. Al igual que en los otros ambientes se presentó una menor abundancia poblacional de los individuos del mayor rango de tamaño respecto a los demás

Tabla 6. Muestra las abundancias totales y porcentajes de los rangos de tamaño en cada zona. Comparación de las medias de la proporción de rangos de tamaño en cada zona de intervención con la prueba Kruskal Wallis. Fuente de esta investigación.

<i>Tityus sp.</i>						<i>Chactas sp.</i>					
Rangos	Tot	%	Kruskal Wallis			Rangos	Tot	%	Kruskal Wallis		
Mínima			H	p	Sig.	Mínima			H	P	Sig.
0-30	138	30,0%	15,07	0,0044	Si	0-30	37	24,4%	10,48	0,0014	Si
31-40	161	35,0%				31-40	55	36,2%			
41-50	115	25%				41-50	49	32%			
51-60	42	9%				51-60	11	7%			
>60	4	1%				>60	0	0%			
Media	460	100,0%				Media	152	100,0%			
0-30	44	22,2%	12,24	0,015	Si	0-30	44	15,9%	11,99	0,0074	Si
31-40	50	25,3%				31-40	98	35,5%			
41-50	59	29,8%				41-50	112	40,6%			
51-60	40	20,2%				51-60	22	8,0%			
>60	5	2,5%				>60	0	0,0%			
Máxima	198	100%				Máxima	276	100%			
0-30	78	20,8%	13,72	0,0082	Si	0-30	21	8,4%	15,32	0,0015	Si
31-40	60	16,0%				31-40	74	29,6%			
41-50	112	29,8%				41-50	132	52,8%			
51-60	112	29,8%				51-60	23	9,2%			
>60	14	3,7%				>60	0	3,7%			
	376	100%					250	100%			

El total de individuos de tamaño 0 a 30 mm de cada zona de intervención indicaron que no existe una diferencia en cuanto a su abundancia, aunque los datos de abundancias revelan una inclinación hacia la zona más conservadas donde fueron más abundantes (138 individuos) con respecto a las zonas con mayor grado de intervención (44 individuos en la zona media y 78 en la zona de máxima intervención). En la zona con menor grado de intervención, las capas de hojarasca, las grietas que presentan las plantas y el terreno facilitan la movilidad de estos organismos quienes en esta etapa de su vida presentan hábitos

fosoriales debido a su vulnerabilidad a las condiciones del ambiente. Esta misma tendencia la muestran los individuos de 31 a 40 mm, los cuales presentaron diferencias significativas respecto al gradiente de intervención, la prueba *a posteriori* tipo Tukey revela que en la zona de intervención mínima este rango presentó mayor abundancia con 161 individuos, en la zona de intervención media se encontraron 50 y en la zona de mayor intervención 60 individuos (Tabla 7).

Se encontraron diferencias significativas para los individuos de tamaño 41 a 50 mm de cada zona de intervención. La prueba *a posteriori* tipo Tukey determinó que no hubo diferencias entre cada ambiente con alteración antrópica, aunque en la zona de intervención media se encontraron 59 individuos frente 115 y 112 en las zonas de intervención mínima y máxima respectivamente, cantidad de individuos que puede estar relacionada con la variada disponibilidad de microhábitats particulares para cada zona determinando así el establecimiento en mayor o menor proporción de estos individuos en cada área (Tabla 9). Igualmente los individuos de tamaño 51 a 60 mm de cada zona de intervención mostraron diferencias significativas. Los individuos encontrados en las zonas de intervención máxima presentaron la mayor abundancia poblacional con respecto a los ambientes más conservados, de acuerdo al resultado de la prueba tipo Tukey (Tabla 7).

Siguiendo el proceso de evaluación comparamos los individuos de tamaño mayor o igual a 61 mm en cada zona de intervención encontrando que no existen diferencias significativas. En todos los ambientes, la abundancia poblacional de los individuos de tamaño mayor a 60 mm es proporcionalmente menor a la de los individuos de menor rango de tamaño o de menor edad. Por lo tanto no se observa una tendencia que diferencie la abundancia de estos individuos y no se muestra influencia directa de la degradación del ambiente (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de las medias de la abundancia de individuos de cada rango de tamaño en el gradiente de intervención con la prueba Kruskal Wallis. Fuente de esta investigación.

<i>Tityus sp.</i>				Kruskal Wallis		
Rangos	Min	Med	Max	H	p	Sig.
0-30	138	44	78	5,37	0,06	No
31-40	161	50	60	6,62	0,036	Si
41-50	115	59	112	6,06	0,049	Si
51-60	42	40	112	7,94	0,018	Si
>60	4	5	14	1,75	0,41	No
<i>Chactas sp.</i>				Kruskal Wallis		
Rangos	Min	Med	Max	H	p	Sig.
0-30	37	44	21	3,87	0,144	No
31-40	55	98	74	3,09	0,21	No
41-50	49	112	132	5,82	0,05	Si
51-60	11	22	23	1,65	0,437	No

5.3.1.1 Estructura de tamaño – edades en la población de *Tityus sp.* para cada sexo.

Se compararon las edades de las hembras de *Tityus sp.* en cada zona de intervención indicando que existen diferencias significativas en cada una de estas. En la zona de intervención mínima se presenta la mayor abundancia de hembras de *Tityus sp.*, donde se destacan los rangos de menor tamaño quienes tuvieron la mayor cantidad de individuos, como lo demuestra la prueba tipo Tukey (Tabla 8).

La zona de intervención media representa la menor abundancia de hembras de *Tityus sp.* Respecto a la zona de intervención máxima, las medias evaluadas con la prueba tipo Tukey no muestran diferencias significativas en la población de hembras de *Tityus sp.* En el rango de mayor edad (60 mm en adelante) se observa una baja abundancia poblacional en cada una de las zonas de intervención (Tabla 8).

Las edades de los machos de *Tityus sp.* en cada ambiente del gradiente de intervención mostraron diferencias significativas para cada zona. Los machos de *Tityus sp.* de 41 a 50 mm presentaron la mayor abundancia comparada con los otros rangos a lo largo del gradiente de intervención, probablemente dada por la

gran movilidad que presentan los machos en su edad reproductiva en busca de pareja y menor susceptibilidad a depredación por su mayor tamaño. Los machos de este rango presentan una mayor tendencia a encontrarse en la zona de mínima intervención. En general los machos de *Tityus* sp. presentan menor afinidad por la zona de intervención media (Tabla 8).

Los machos del rango 61 mm en adelante, presentan diferencias con respecto a la abundancia de individuos de los rangos de menor madurez, debido a que en esta fase de desarrollo se presenta una disminución de la abundancia poblacional (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de las medias de las abundancias de individuos de cada una de las edades en cada población respecto al sexo con la prueba Kruskal Wallis. Fuente de esta investigación.

Hembras <i>Tityus</i> sp.	Mínima			Media			Máxima		
Rangos	H	p	Sig.	H	p	Sig.	H	P	Sig.
31-40mm	14,19	0,0026	Si	7,6	0,053	No	11,71	0,0077	Si
41-50mm									
51-60mm									
>60mm									
Machos <i>Tityus</i> sp.									
Rangos									
31-40mm	8,43	0,037	Si	7,96	0,046	Si	8,74	0,032	Si
41-50mm									
51-60mm									
>60mm									
Hembras <i>Chactas</i> sp.	Mínima			Media			Máxima		
Rangos	H	p	Sig.	H	p	Sig.	H	P	Sig.
31-40mm	7,8	0,02	Si	9,39	0,0091	Si	8,91	0,0115	Si
41-50mm									
51-60mm									
Machos <i>Chactas</i> sp.									
Rangos									
31-40mm	6,25	0,38	No	1,43	0,489	No	6,25	0,043	Si
41-50mm									
51-60mm									

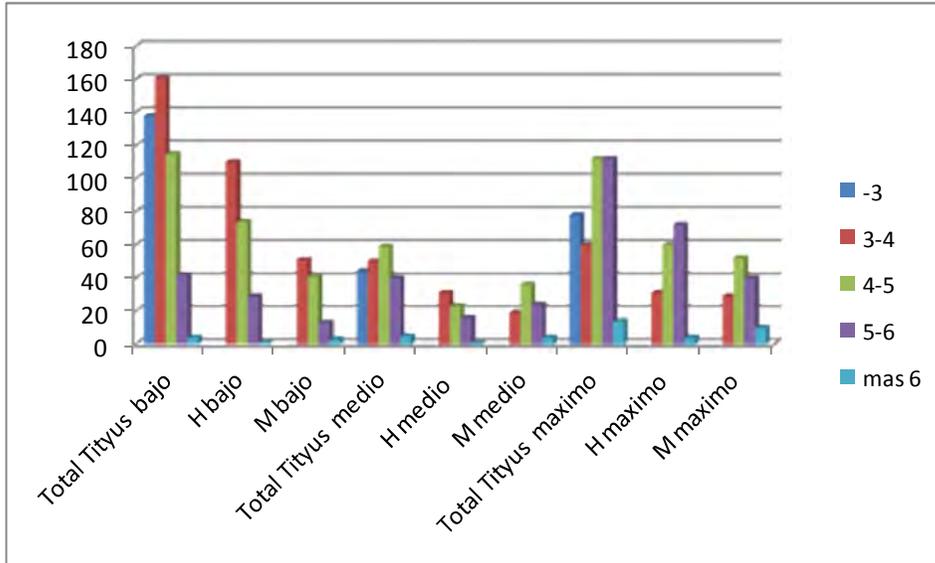
5.3.2 Estructura de tamaño – edades en la población de *Chactas* sp.

Los valores más relevantes encontrados para *Chactas* sp. en la zona de mínima intervención corresponden a un 36.18% de individuos de 31 a 40 mm, de los cuales 28.28% son hembras y 7.9% son machos. En la zona de intervención media el mayor valor corresponde a 40.57% de individuos de tamaño entre 41 a 50 mm los cuales se distribuyeron entre 30.43% de hembras y 10.14% de machos. Para la zona de máxima intervención el mayor número corresponde a los individuos cuyo tamaño están entre 41 a 50 mm que corresponden al 52.8% distribuidos entre 28% hembras y 24.8% machos. Es importante destacar que en cada ambiente del gradiente de intervención, se encontraron mayor número de individuos de tamaños que van desde los 30 a los 50 mm, siendo una constante que el número de hembras de estos tamaños es mayor que el de los machos (Tabla 6).

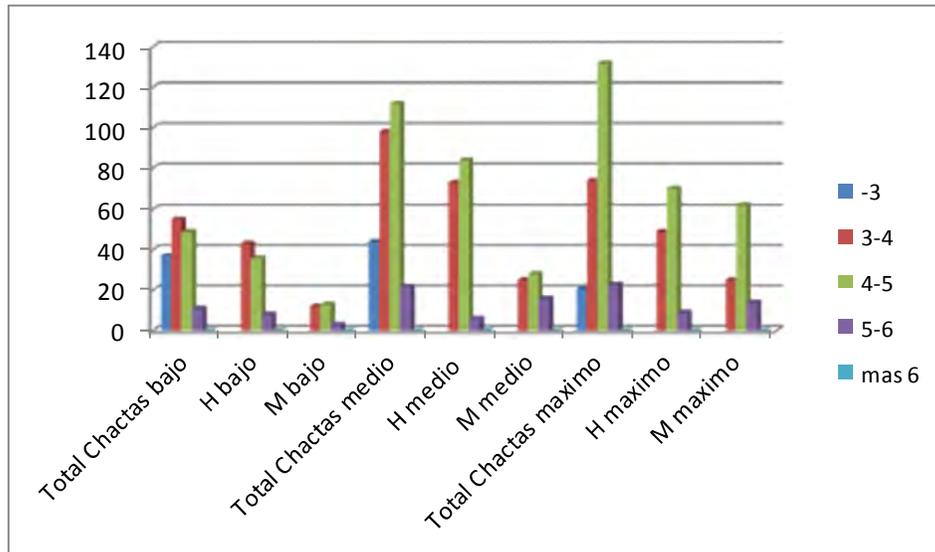
La proporción para cada uno de los 5 rangos de tamaño en la población de *Chactas* sp. presentes en cada zona de intervención, indicó que existen diferencias significativas en cada ambiente estudiado. Con la prueba *a posteriori* tipo Tukey, en la zona de mínima intervención se observó diferencias significativas entre el rango de 31 a 40 mm y los demás rangos de tamaño quienes presentaron menor cantidad de individuos; en la zona de intervención media, ésta prueba indicó que el rango de 51 a 60 mm se diferenció de los demás por su menor abundancia poblacional; en la zona de mayor intervención se observó diferencias entre cada uno de los rangos de tamaño. Estas diferencias señalan una variación en las proporciones en cada etapa del ciclo de vida en cada uno de los ambientes estudiados. Las condiciones presentes en estas áreas favorecen la densidad de individuos de edades intermedias, las cuales representan un potencial reproductivo para esta población, también observamos baja abundancia de individuos en la primera etapa de desarrollo y en la fase final de madurez. La zona con menor perturbación exhibió proporciones más homogéneas entre cada rango (Tabla 5 y 6).

Figura 11. Distribucion de los rangos de edades de acuerdo al sexo en el gradiente de intervencion.
Fuente de esta investigación.

a. *Tityus* sp.



b. *Chactas* sp.



Fueron comparados los individuos de tamaño 0 a 30 mm. en cada zona de intervención indicando que no existen diferencias significativas (Tabla 5 y 6). En las tres zonas observamos porcentajes menores con respecto a los individuos más desarrollados, esto causado probablemente por la alta mortalidad que presentan los escorpiones en sus primeras etapas de desarrollo, a demás de la tendencia a mantenerse refugiados lo cual los mantiene ocultos de la superficie. La tendencia de los *Chactas* sp. juveniles fue establecerse en las zonas de intervención media a diferencia de lo observado en las zonas con mayor intervención donde la abundancia de esta población fue la menor en el gradiente de intervención (Tabla 7).

Los individuos de tamaño 31 a 40 mm de cada zona de intervención no mostraron diferencias significativas. Estos individuos posiblemente se encuentran en un periodo de adaptabilidad al ambiente y pueden presentar mayor resistencia ante las condiciones ambientales. De la misma forma al evaluar los individuos de tamaño 41 a 50 mm de cada zona de intervención, encontramos que no existe diferencia entre estas proporciones. La zona de menor intervención mostró una diferencia considerable en cuanto a la menor cantidad de individuos con respecto a la abundancia de estos en las zonas más intervenidas. Contrastamos los individuos de tamaño 41 a 50 mm entre las zonas de máxima y mínima intervención indicando que existe diferencia significativa, lo cual puede darse por la incidencia que tiene las características de los microhábitats disponibles, en los hábitos de estos organismos (Tabla 7).

Las comparaciones realizadas entre los individuos de tamaño 51 a 60 mm, encontrados en las tres zonas de intervención no arrojaron diferencias significativas, lo cual señala que en estas zonas los individuos pueden presentar similar abundancia en su población debido a que las condiciones del sustrato no determinan de manera importante su establecimiento, sino que esta distribución es dependiente de otros factores con mayor relevancia como la alta tasa de mortalidad en las últimas etapas de vida y algunas causas que determinan la ocupación en los microhábitats característicos de cada zona (Tabla 7).

5.3.2.1 Estructura de tamaño – edades en la población de *Chactas* sp. para cada sexo.

En cuanto a las hembras encontradas en la zona de mínima intervención el mayor número corresponde a 28.28% de individuos con un tamaño entre 31 a 40 mm. Las hembras de la zona de intervención media presentaron el mayor número de representantes (84) que constituye el 30.43% de esta población con un tamaño de 41 a 50 mm. En la zona de máxima intervención las hembras presentaron un 28% de individuos con un tamaño entre 41 a 50 mm (Tabla 5).

El análisis comparativo de los rangos de tamaño correspondiente a las hembras de *Chactas* sp. en cada zona de intervención arrojó diferencias significativas. El rango de 51 a 60 mm presentó menor número de individuos posiblemente debido a que se encuentran en la fase final de desarrollo donde disminuye su tasa de supervivencia, lo cual es confirmado con la prueba tipo Tukey realizada para cada una de las comparaciones en el gradiente de intervención (Tabla 8).

En las zonas de máxima y media intervención en el rango de 41 a 50 mm encontramos el mayor número de hembras las cuales representan un potencial reproductivo de estas poblaciones, lo que podría representar un incremento en la abundancia poblacional. En la zona de intervención mínima observamos mayor cantidad de hembras jóvenes, mostrando que esta área favorece la supervivencia o el desplazamiento de los individuos que se encuentran en sus primeras etapas de desarrollo.

Por su parte, los machos presentes en la zona de mínima intervención presentaron un 8.55% de individuos con un tamaño de 41 a 50 mm. En la zona de intervención media presentaron el mayor número de individuos correspondiente a 10.14% cuyo tamaño está entre 41 a 50 mm. Para los machos de la zona de máxima intervención el mayor porcentaje fue de 24.8% de individuos, cuyo tamaño se encuentra en el rango de 41 a 50 mm. Para *Chactas* sp. no encontramos individuos con tamaños superiores a 60 mm (Tabla 5).

Al comparar los rangos de tamaño de los machos *Chactas* sp. en cada ambiente con gradiente de intervención, fue posible encontrar diferencias significativas en la zona de máxima modificación antrópica, lo que puede indicar una respuesta ante la alteración del medio. En contraste, las zonas de media y mínima intervención no mostraron diferencias significativas (Tabla 8).

La prueba tipo Tukey muestra una diferencia para la zona de máxima intervención del rango de 41 a 50 mm, presentando el mayor número de machos, que al superar la fase de adaptación exploratoria y desarrollo sexual se encuentran en la etapa de mayor eficiencia para lograr el establecimiento y búsqueda de presas y pareja.

Análisis de preferencias de Microhábitats:

La distribución de escorpiones en cada uno de los microhábitats disponibles, presenta tendencias determinadas relacionadas con sus diferentes etapas de desarrollo y su caracterización sexual, los cuales ocupan espacios determinados de acuerdo a sus hábitos característicos para cada tamaño y sexo correspondientes a cada una de las poblaciones estudiadas (Tabla 9).

Tabla 9. Porcentajes de microhábitats frente a cada zona de intervención. Fuente de esta investigación.

Micro-hábitat	Tityus sp (nov)				Chactas sp. (nov)			
	Hem	Ma	Juv	total	Hem	Ma	Juv	total
Intervención mínima								
Hojarasca	32,74	23,13	18,86	74,7	45,29	15,09	5,66	66,03
Grietas	5,33	1,77	3,2	10,32	9,43	5,66	3,77	18,86
Vegetación	0	3,2	9,6	12,81	9,43	1,88	3,77	15,09
Troncos	0,35	0	0,35	0,71	0	0	0	0
Rocas	0,71	0	0,71	1,42	0	0	0	0
Intervención media								
Hojarasca	10,08	20,16	0,86	31,09	18,88	10	7,77	36,66
Grietas	11,76	17,64	15,12	44,53	25,55	16,66	3,33	45,55
Vegetación	5,04	7,56	8,4	21	5,55	0	6,66	12,22
Troncos	3,36	0	0	3,36	2,22	0	2,22	4,44
Rocas	0	0	0	0	1,11	0	0	1,11
Intervención max								
Hojarasca	17,74	12,9	18,54	49,19	8,45	5,63	2,81	16,9
Grietas	11,29	14,51	6,45	32,25	40,84	19,71	4,22	64,78
Vegetación	7,25	5,64	5,64	18,54	9,85	5,63	2,81	18,3
Troncos	0	0	0	0	0	0	0	0
Rocas	0	0	0	0	0	0	0	0

El comportamiento poblacional está relacionado con la disposición y uso adecuado de cada microhábitat, los cuales les permiten a los escorpiones lograr el establecimiento y desarrollo correspondiente en pro de garantizar la supervivencia reflejada en la estabilidad de la densidad poblacional.

Fue posible establecer que la distribución observada para los individuos de *Tityus* sp., indica una preferencia general a presentarse en hojarasca presente en la zonas de mínima y máxima intervención. En la zona de intervención media, se observaron mayor cantidad de individuos refugiados en grietas. La población de *Chactas* sp. se caracterizó principalmente por presentar mayor preferencia hacia

la hojarasca presente en la zona de mínima intervención sobre todo por parte de las hembras. Las poblaciones de *Chactas* sp. presentes en las zonas con mayor alteración antrópica, prefirieron ocupar las grietas dadas por plantas o formadas por remoción mecánica.

En la zona de menor alteración antrópica se observó una mayor preferencia por la hojarasca, donde se encontraron un 74,7% de *Tityus* sp. y un 66% de *Chactas* sp. (Tabla 9)

En relación a los Microhábitats identificados en la zona de intervención mínima, encontramos que las hembras de *Tityus* sp. presentan mayor predisposición por la hojarasca con el 32,7%, seguido por los machos con 23,1% y en menor cantidad los *Tityus* sp. juveniles con 18,8%. En las grietas se encontraron 5,3% de hembras, seguido por 3,2% de juveniles y 1,7% de machos correspondientes a esta población. Posteriormente se observaron algunos individuos situados sobre plantas, en donde el 9,6% fueron juveniles y en menor cantidad machos con 3,2% representantes, no encontramos hembras en este tipo de microhábitat. En troncos y rocas encontramos una mínima preferencia por el total de los individuos de *Tityus* sp. con 0,71% y 1,42% respectivamente.

Las hembras *Chactas* sp. presentes en la zona de intervención mínima exhibieron una marcada predisposición por hojarasca con 45,2%, seguidas por 15% de machos y 5,6% de individuos juveniles. En menor proporción respecto a la anterior se encontraron en grietas 9,4% de hembras de *Chactas* sp., 5,6% de machos y 3,7% de individuos juveniles. Respecto a los individuos encontrados sobre plantas, se observó igual cantidad de hembras de esta población con 9,4% de representantes, los *Chactas* sp. no mostraron preferencia por troncos o rocas (Tabla 9).

Los machos de ambas poblaciones, encontrados en la zona de mínima intervención presentaron una mayor tendencia por hojarasca con 12,1% de *Tityus* sp. y 15% de *Chactas* sp. Se encontraron mayor cantidad de machos de *Chactas* sp. en grietas en comparación a los *Tityus* sp., mientras que estos se encuentran en mayor porcentaje en plantas. No se encontraron machos de ninguna de las

poblaciones ni en troncos, ni en rocas. Los individuos juveniles de *Tityus* sp. exhibieron una mayor preferencia por la hojarasca con 18,8%. Para los *Chactas* sp. juveniles, se registraron valores similares en cuanto a su distribución en esta zona.

En la hojarasca presente en la zona de intervención media se destaca la mayor cantidad de machos de *Tityus* sp. con 20,1%; seguido en porcentaje por los machos de esta población que se encontraron en grietas con 17,6%. Consecutivamente encontramos 15,1% de juveniles de *Tityus* sp., ocupando las grietas. Por su parte las hembras de *Tityus* sp. presentaron su mayor porcentaje de individuos en grietas con 11,7%. Los juveniles exhibieron su menor porcentaje con 0,86% encontrados en hojarasca. En rocas no fueron encontradas hembras de *Tityus* sp.; en el caso de los machos de *Tityus* sp. fue encontrado un 7,5% ocupando el microhábitat planta (Tabla 9).

Los *Chactas* sp. muestreados en la zona de intervención media presentan la mayor cantidad de individuos en las grietas con 45,5%, representados por un 25,5% de hembras, seguidas por 16,6% de machos. Las hembras encontradas en hojarasca representan el 18,8% de la población. En cuanto a los *Chactas* sp. machos el mayor porcentaje de individuos fue encontrado en grietas y se encontraron un 10 % en hojarasca. Los mayores valores de individuos juveniles de *Chactas* sp., se distribuyen casi equitativamente entre hojarasca y plantas con 7,7% y 6,6% de individuos respectivamente. En esta zona de intervención no se encontraron ejemplares de *Chactas* sp. machos en plantas, troncos y rocas (Tabla 9).

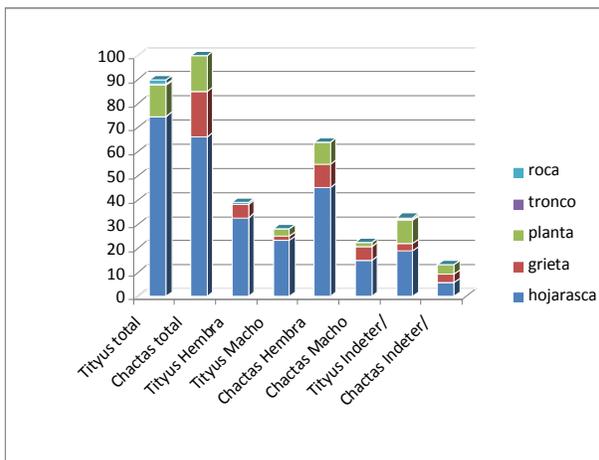
En la zona de intervención media las poblaciones de *Tityus* sp. y *Chactas* sp. muestran mayor preferencia por el microhábitat grieta con 44,5% y 45,5% respectivamente seguido por hojarasca con 31% de *Tityus* sp. y 36,6% de *Chactas* sp. y en plantas con 21% de *Tityus* sp. y 12,2% de *Chactas* sp.

En la zona de intervención máxima el valor total de *Tityus* sp. muestra mayor afinidad por hojarasca con 49,1%, siendo las grietas el segundo

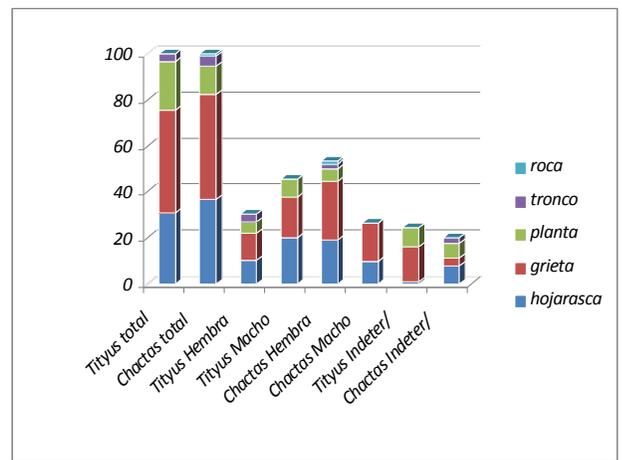
microhábitat en importancia con 32,2%. No se encontraron individuos de ninguna población en troncos y rocas (Tabla 9).

Figura 12. Tendencia de cada población en el gradiente de intervención. Fuente de esta investigación.

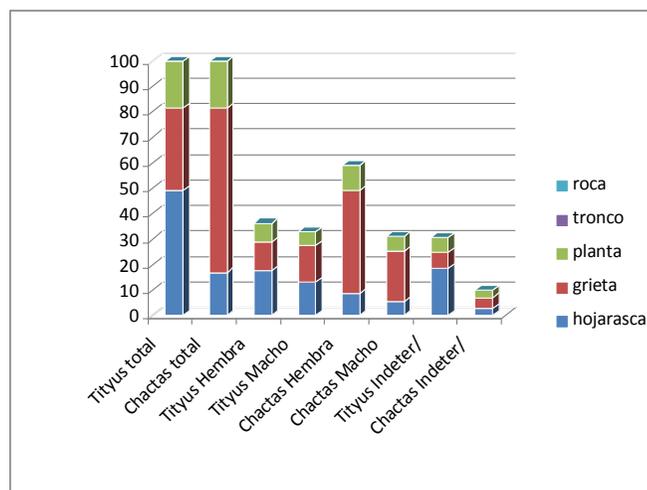
a) Intervención mínima



b) Intervención media



c) Intervención máxima



En la zona con mayor alteración antrópica, los mayores porcentajes de *Tityus* sp., fueron encontrados en hojarasca y corresponden a los individuos juveniles con 18,5% de ejemplares, seguido por un porcentaje de 17,7% de las hembras presentes en el mismo microhábitat. Por su parte, los *Tityus* sp. machos se encontraron en mayor cantidad en grietas representados por 14,5% de individuos seguido por hojarasca con 12,9% y plantas con 5,6%. En esta zona la preferencia en la ocupación de microhábitats se da de manera consecutiva en hojarasca con el mayor porcentaje, seguidas por grietas y plantas, donde las cantidades de individuos presentes fueron menores. Como segundo porcentaje en importancia en hembras lo constituyeron las grietas con 11,3%. En plantas fueron encontradas 7,2% de hembras de *Tityus* sp. y en referencia a troncos y rocas no fueron encontradas representantes de esta especie. Los *Tityus* sp. juveniles presentaron 6,4% en grietas y en plantas 5,6%.

Los *Chactas* sp. presentes en esta zona, exhiben mayor predilección por las grietas, con el 64,7% y como segundo en importancia se destacan plantas con 18,3% y hojarasca con 16,9% casi de forma equitativa (Tabla 9).

En la zona de intervención máxima los *Chactas* sp. mostraron un mayor porcentaje de individuos en grietas, representados por un 40,8% de hembras, seguidas por 19,7% de machos y 4,2% de individuos juveniles presentes en el mismo microhábitat. Los valores de hembras encontradas en hojarasca y plantas fueron similares con 8,4% y 9,8% individuos respectivamente y los machos con 5,6% de individuos para hojarasca y 5,6% localizados en plantas. En troncos y en rocas no encontramos ningún individuo de esta población. En relación a los *Chactas* sp. machos se observó una mayor predisposición para ocupar las grietas con 14,5% seguido equitativamente por hojarasca y plantas con 5,6% para cada una. Los *Chactas* sp. juveniles mostraron mayor preferencia por las grietas con 4,2% y exhibieron valores muy semejantes en ocupar hojarasca y plantas con 2,8% cada uno.

6. DISCUSION

6.1 Abundancia poblacional en el gradiente de intervención antrópica

La población de *Tityus* sp. demostró gran tolerancia a la modificación del hábitat, aunque se observa en el número de individuos de cada zona, la tendencia a establecerse en mayor proporción en el ambiente menos alterado. Polis (1990) afirma, que este comportamiento de la familia Buthidae presenta características de organismos oportunistas, la cuales se reflejan en su marcada abundancia poblacional gracias a sus diferentes estrategias como cortos periodos de gestación y un acelerado ciclo de vida, que les permite mantener una abundancia poblacional relativamente estable en el tiempo y de esta manera soportar eventos de disturbios ambientales (Polis & Farley, 1980; Polis, 1990; Brownell & Polis 2001).

Las áreas intervenidas podrían presentar la disponibilidad de microhábitats favorables como grietas, las cuales surgen por modificación antrópica, producto de la remoción mecánica del suelo y la adecuación de este para construcción de edificaciones y senderos (Höfer, 1990). Es posible relacionar la afinidad de *Tityus* sp. con la mayor disponibilidad de estos microhábitats.

Las hembras de *Tityus* sp. exhibieron cierta sensibilidad ante los efectos de la modificación ambiental, cuyas condiciones posiblemente limitan su desarrollo y establecimiento, reflejado en el número de individuos encontrados en cada zona de intervención. En contraste, los machos presentaron mayor porcentaje de abundancia en la zona de intervención media donde las hembras fueron proporcionalmente menos abundantes. Se puede suponer que los machos presentaron mayor capacidad de aprovechar las condiciones que brindan estos ambientes modificados. Adicionalmente los machos pueden verse afectados por la mayor o menor presencia de hembras maduras, como lo muestran los resultados de estos análisis en donde la proporción de machos y hembras se dio de manera inversamente proporcional. Las hembras presentaron mayor ocupación de los microhábitats característicos de la zona más conservada, la escases de machos

en refugios es dada posiblemente por la búsquedas de alimento y pareja lo cual los expone ante los riesgos del medio (Polis, 1990). Las hembras pueden también limitar la disponibilidad de espacio y/o refugios para el establecimiento eficiente de los machos.

Probablemente debido a una mayor extensión de hojarasca presente en las zonas menos intervenidas, se observó que los individuos juveniles de *Tityus* sp. y de *Chactas* sp. exhiben mayor abundancia con respecto a las zonas con mayor intervención (Tabla 3), ya que las condiciones del lugar, como el refugio permanente que representa la hojarasca, permite proteger a los individuos inmaduros de factores como depredación y otras condiciones adversas del medio. Los individuos juveniles de *Tityus* sp. evidenciaron menor abundancia en los ambientes con mayor grado de alteración, ya sea por una baja tolerancia a estos ambientes o por hábitos fosoriales más acentuados en estas zonas.

Las hembras de *Chactas* sp. alcanzaron porcentajes altos en todo el gradiente de alteración, entre los cuales se destacó la zona de intervención media (Fig. 6b). Esta marcada abundancia de las hembras en ambas poblaciones, posiblemente está relacionada con una mayor eficiencia poblacional descrita por Maury (1969); Probst (1972); Koch (1977); Polis y Farley (1980) quienes proponen que en muchas especies de escorpiones, la proporción de sexos (macho:hembra) en el nacimiento es de 1:1 pero los cambios relacionados al desarrollo gradualmente alteran las proporciones, hasta que en la madurez suele ser 1:2 o 1:3. Hay evidencia que las hembras presentan una mortalidad diferencial respecto a los machos atribuida a la vulnerabilidad a la que se ven sometidos al abandonar sus hábitos fosoriales, al canibalismo ejercido por las hembras en el momento del apareamiento y/o por los efectos del "estrés reproductivo" donde la supervivencia de los machos en la época reproductiva se ve muy afectada, debido a un aumento en las tasas metabólicas junto a bajas tasas de alimentación lo que causa un impacto fisiológico y una mayor probabilidad de muerte por inanición (Smith, 1966, Maury 1969, Polis y Farley, 1980).

En la zona de mínima intervención, los machos fueron menos abundantes existiendo mayor probabilidad de presencia de depredadores que aprovechan la vulnerabilidad de los machos al buscar alimento y/o pareja.

En la zona de máxima intervención se encontró menor densidad de juveniles, lo cual supone un efecto de alteración antrópica sobre la proporción de estos individuos.

En la zona de mínima intervención observamos diferencias notables entre las dos poblaciones sugiriendo comportamientos particulares para cada una, acentuando la abundancia de *Tityus* sp. la cual mostró una tendencia a establecerse en sitios de mayor estabilidad, donde la actividad antrópica fue escasa proporcionando un ambiente cercano al estado original del bosque.

La población de *Chactas* sp. presentó mayor abundancia en zonas con mayor disturbio, exhibiendo tolerancia a las condiciones de alteración en su medio, propia de especies oportunistas; sin embargo, *Chactas* sp. es considerada especie de carácter especialista con requerimientos específicos en su hábitat (Polis 1990; Brownell & Polis 2001). Por lo cual se considera que las condiciones presentes en este ecosistema no presentan un efecto limitante para la población de *Chactas* sp. De acuerdo a nuestras observaciones es posible considerar a *Chactas* sp. como organismo de carácter oportunista, basados en el comportamiento exhibido por estos, lo cual contradice lo planteado por otros investigadores, quienes consideran este género como especialista, proponiendo de esta manera un nuevo concepto en relación al habitual comportamiento de *Chactas* sp. como estrategia adaptativa.

6.2 Distribución de la proporción de sexos en el gradiente de intervención

Las proporciones de hembras y machos de la población de *Tityus* sp. fueron estadísticamente similares, aunque es preciso destacar que en las zonas de máxima y mínima intervención, la abundancia de hembras fue mayor que la de los machos de esta población. En la zona de menor grado de alteración la proporción general entre machos y hembras fue cercana a 1:2 (Tabla 1), es muy probable que un muestreo más intenso permita establecer estas diferencias a un nivel de

significancia estadística. Varios autores como Smith y Polis señalaron que los escorpiones machos presentan mayor grado de mortalidad que las hembras. Smith (1966) observó que los machos maduros de *Urodacus manicatus* (Scorpionidae), rara vez duran más de dos temporadas de apareamiento, mientras que las hembras pueden vivir hasta ocho años después de su última etapa de madurez.

Para la zona de intervención media se encontró una particular tendencia, donde los machos fueron más abundantes que las hembras, mostrando así una excepción al comportamiento general de los escorpiones manifestado por algunos autores, entre los que se destaca a Polis (1980) quien manifiesta que el número de machos en las poblaciones de escorpiones es menor que el de las hembras.

Al analizar las respectivas abundancias de sexos de la población de *Chactas* sp. en la zona de mínima intervención se observó que existieron diferencias en cuanto a las proporciones de hembras y machos siguiendo la tendencia natural de las hembras de escorpiones quienes presentan mayor abundancia poblacional.

En las zonas de intervención media se observó que las hembras de *Chactas* sp. mostraron gran capacidad de establecimiento. La zona de intervención media es una zona de transición entre condiciones naturales e intervenidas lo cual facilita la disposición de sitios de refugios, que sirven de microhábitats adecuados para el establecimiento de estas poblaciones, aunque se da un cambio en las características propias de un estado no intervenido (Sousa, 1984). Es necesario destacar que no se presenta diferencia estadística entre machos y hembras, sin embargo el número de hembras es mayor que el de machos. En la zona de intervención máxima se observó la misma tendencia encontrada en las zonas de menor modificación antrópica donde las hembras fueron más abundantes que los machos. Durante la actividad de reproducción, los machos se ven obligados a abandonar sus hábitos fosoriales en busca de pareja, lo cual los hace vulnerables ante las distintas presiones como depredación y algunos factores ambientales como altas o bajas temperaturas, entre otros

(Williams, 1966; Shorthouse 1971; Anderson 1975; Koch 1978; Lamoral 1979; S. Williams, com. pers. 1980).

Volviendo a la población de *Tityus* sp., al comparar la abundancia relativa de las hembras presentes en cada zona con gradiente de intervención, estas expresan una distribución particular en cada ambiente estudiado evidenciando diferencia significativa. Por el contrario, la abundancia de hembras de *Chactas* sp. en cada zona de intervención presentó homogeneidad en cuanto a la distribución de estos individuos. De esta manera las hembras de *Chactas* sp. mostraron cierta tolerancia ante las distintas condiciones de alteración antrópica (Tabla 9).

Los machos de *Tityus* sp. y *Chactas* sp. se distribuyeron de manera proporcional en cada zona de intervención mostrando baja sensibilidad a los efectos de la influencia antrópica, Los machos de ambas poblaciones presentaron mayor número de individuos en la zona de máxima intervención y menor número en la zona de intervención media. Tanto hembras como machos de ambas poblaciones presentan tolerancia a los efectos de la intervención antrópica, lo cual es independiente de sus hábitos etológicos como la tendencia fosorial de las hembras (Com Pers. Ochoa J, 2011) y superficial en los machos (Polis, 1980), demostrando que esta tendencia no otorga ventajas para la supervivencia en los distintos ambientes (Tabla 3).

Los individuos juveniles de *Tityus* sp. mostraron mayor tendencia a establecerse en las zona más conservadas, de acuerdo a la susceptibilidad que caracteriza a los organismos en su primera etapa de desarrollo, ante las condiciones desfavorables en zonas que presentan alteración antrópica (Tabla 5). Los individuos juveniles de *Chactas* sp. mostraron diferencias entre las zonas de máxima y media intervención, aunque su distribución manifiesta una mayor abundancia hacia los ambientes menos intervenidos al igual que *Tityus* sp. En las zonas de máxima intervención, la abundancia de la población de juveniles fue relativamente baja, probablemente porque en estos ambientes la escasa cobertura vegetal, a demás de la vulnerabilidad característica en esta etapa de desarrollo pueden afectar la supervivencia de estos organismos (Tabla 5).

El número de juveniles se vio afectado por la intervención antrópica, pero se debe pensar que los individuos juveniles se encuentran en una fase de desarrollo que los hace dependientes de sus respectivos refugios e incluso del cuidado parental (Schultze, 1927) (Tabla 3) hasta poder alcanzar un mayor grado de resistencia corporal y un tamaño adecuado para buscar otros ambientes.

Es importante destacar que la abundancia de juveniles es relevante en la estructura de la población ya que puede representar el incremento o disminución en la abundancia poblacional.

6.2.1 Estructura sexual entre poblaciones

Para la zona de menor disturbio antrópico, las hembras de cada especie alcanzaron un diferente grado de eficiencia o tolerancia, relacionada a las estrategias que cada población utiliza para aprovechar los recursos que estos ambientes proporcionan, cercano al estado natural de conservación. En las zonas de máxima y media alteración antrópica, las hembras de ambas poblaciones mostraron una respuesta similar frente a estas condiciones específicas de modificación. Los machos de ambas poblaciones, por su parte, exhibieron una respuesta similar frente a las características particulares presentes en el gradiente de intervención.

Los individuos juveniles de ambas poblaciones (*Tityus* sp. y *Chactas* sp.) presentes en las zonas de menor y máxima alteración antrópica, mostraron una diferencia marcada en estas proporciones, destacando a la población de *Tityus* sp., los cuales mostraron mayor abundancia que los *Chactas* sp.

Según esto se resaltan las estrategias ecológicas propias para cada población, lo cual muestra que los miembros de la familia Buthidae (*Tityus*) a diferencia de *Chactas*, presentan mayor número de crías por camada y varias camadas al año; por el contrario los *Chactas* sp. podrían presentar menor número de crías y menos partos anuales (Polis, 1990). La intervención antrópica podría causar una homogenización entre las proporciones de las abundancias de ambas poblaciones.

6.3 Estructura poblacional y rangos de tamaño en el gradiente de intervención

De manera general en todo el gradiente de intervención, observamos que para la población de *Tityus* sp., los individuos de tamaños intermedios (se resalta el rango de 41 a 50 mm) presentan mayor número de organismos de acuerdo a lo planteado por Smith, (1966) quien reportó una curva de supervivencia para *Urodacus manicatus*, que se dividió en tres períodos de mortalidad. Los jóvenes sufren una alta mortalidad de 65 %, lo que Smith atribuye a la depredación y el canibalismo. Hay una mortalidad relativamente baja entre los animales de edad intermedia, alrededor del 30 % por año. Y los adultos mayores sufren una alta tasa de mortalidad de alrededor del 60 % por año al igual que los individuos juveniles. Este mismo tipo de curva la plantea Polis y Farley (1980) para una población de *Paruroctonus mesaensis*.

Para el área de intervención mínima se presentaron diferencias entre los individuos de mayor tamaño con respecto a los individuos más jóvenes. Los individuos de menor tamaño fueron más abundantes que los individuos con mayor madurez posiblemente gracias a las características que presenta esta zona, como su densa capa de hojarasca y cobertura vegetal continua que protege a los individuos en sus primeras etapas de desarrollo y proporciona las condiciones para que cada uno de los organismos logren desarrollarse. Este comportamiento es una particularidad y no corresponde a la curva de supervivencia que mencionan Smith y Polis donde los individuos juveniles presentan altas tasas de mortalidad. En la zona de intervención media, los individuos de cada rango de tamaño presentaron similar abundancia y solo se observó diferencias en el rango de 61 mm en adelante, los cuales exhibieron menor cantidad de individuos. En la zona de máxima intervención, se observó que los individuos de los rangos 41 a 50 mm y 51 a 60 mm fueron más abundantes con respecto a los individuos más jóvenes y los de mayor edad. Los individuos del mayor rango de tamaño (61 mm en adelante), presentaron la menor abundancia poblacional en las tres zonas de intervención, causada por la elevada tasa de mortalidad de estos individuos en su

etapa final de desarrollo como se había mencionado en los trabajos de Smith, 1966; Polis y Farley 1980.

Los individuos del rango de tamaño de 0 a 30 mm presentes en las tres zonas de intervención mostraron una abundancia poblacional estadísticamente similar, aunque existen diferencias en las cantidades, donde en la zona de intervención mínima se presenta el mayor número de individuos juveniles, en contraste con la zona de intervención media con el menor número de individuos. Se debe partir del hecho, que los organismos juveniles presentan hábitos preferentemente fosoriales y su dinámica de desplazamiento depende de las condiciones características del medio principalmente de la presencia de depredadores (Polis, 1990). Esta misma tendencia la presentan los individuos juveniles de 31 a 40 mm los cuales tienden a separarse de sus refugios de nacimiento y se disponen a buscar su propio espacio (Polis, 1990).

Los individuos de tamaño 51 a 60 mm y 60 mm en adelante se encontraron en mayor cantidad en la zona de intervención máxima, probablemente por el descenso poblacional de varios competidores directos como consecuencia de la alteración antrópica devastadora de esta zona. La abundancia poblacional de los individuos de tamaño mayor a 60 mm es proporcionalmente menor a la de los individuos de otros rangos de tamaño.

Adicionalmente se realizó la comparación de edades para cada uno de los sexos en la población de *Tityus* sp. En la zona de intervención mínima se presentó la mayor abundancia de hembras, donde se destacan los rangos de menor tamaño y observamos baja abundancia proporcional al incremento de tamaño corporal. Se ha puesto en evidencia que la zona de mínima intervención favorece el establecimiento de los *Tityus* sp. juveniles.

Los machos de *Tityus* sp. de 41 a 50 mm presentaron la mayor abundancia comparada con los otros rangos, probablemente dada por la gran movilidad que presentan los machos en su edad reproductiva y una menor susceptibilidad a la depredación por su mayor tamaño, lo cual podría favorecer su supervivencia.

Al igual que lo observado en las hembras de tamaños 31 a 40 mm los machos de este rango también presentan una mayor tendencia a encontrarse en la zona de mínima intervención. En general los machos de *Tityus* sp. presentaron menor afinidad por la zona de media intervención (Tabla 5).

Para la población de *Chactas* sp. se observó la mayor abundancia de individuos entre los tamaños intermedios, lo que se hace más evidente en las zonas con medio y mayor grado de intervención. En la zona con menor grado de intervención las proporciones de cada rango son similares y la diferencia entre abundancias es cercana. También observamos baja abundancia de individuos en la primera etapa y en la fase final de madurez, de acuerdo con lo señalado por Smith en su curva de supervivencia (Smith, 1966).

Posteriormente se realizó el análisis correspondiente a los individuos de cada rango de tamaño respecto al gradiente de intervención (Tabla 5). En las tres zonas observamos porcentajes menores de individuos de tamaño 0 a 30 mm con respecto a los individuos más desarrollados (Smith, 1966).

Para los individuos de tamaño 31 a 40 mm, de cada zona de intervención se observó que existieron abundancias similares. Estos individuos no parecen estar afectados por la alteración antrópica.

Los individuos de tamaño 41 a 50 mm, presentes en la zona de menor intervención, se caracterizaron por mostrar una menor abundancia con respecto a los encontrados en las zonas de media y máxima intervención. Podría darse una competencia interpoblacional en la cual la abundancia de *Chactas* sp. es dependiente a la abundancia de *Tityus* sp. también observada en la zona de intervención media (Tabla 1).

Los individuos de tamaño 51 a 60 mm, encontrados en las tres zonas de intervención presentaron similar abundancia en su población, debido a que las condiciones del medio no determinan de manera importante su establecimiento, sino que esta distribución es dependiente de otros factores con mayor relevancia, como la alta tasa de mortalidad en las últimas etapas de vida (Smith 1966) y

algunas causas que determinan la ocupación en los microhábitats característicos de cada zona.

Luego se realizó la comparación de edades para cada uno de los sexos en la población de *Chactas* sp. En la zona de intervención mínima observamos mayor cantidad de hembras jóvenes, mostrando que esta área favorece la supervivencia de individuos en sus primeras etapas de desarrollo como se ha mencionado a lo largo de esta investigación. En las zonas de media y máxima intervención encontramos el mayor número de hembras de edades intermedias con potencial reproductivo, lo que podría representar un incremento en la abundancia poblacional en estas zonas.

De acuerdo al análisis comparativo de los rangos de tamaño de machos de *Chactas* sp. en cada ambiente con gradiente de intervención se determinó que en la zona de mayor modificación se presenta el mayor número de individuos, indicando una respuesta ante la alteración del medio. En la zona de máxima intervención el rango de 41 a 50 mm presenta el mayor número de individuos quienes al superar la fase de exploración y desarrollo sexual se encuentran en la etapa de mayor capacidad para lograr su establecimiento y supervivencia.

7. CONCLUSIONES

Existe un efecto notable en el bosque húmedo premontano, donde el disturbio afecta de manera determinante la abundancia y la estructura poblacional.

La intervención antrópica tuvo un efecto sobre la estructura de las dos poblaciones, tanto en el aspecto demográfico, como en la selección de microhábitats

La población de *Chactas* sp. presentó menor abundancia en las zonas de mínima intervención e indica incremento hacia las zonas con mayor modificación, donde las condiciones particulares dadas en estos ambientes permiten un establecimiento conveniente para el desarrollo de esta población, esto podría sugerir un comportamiento poblacional característico de organismos oportunistas, siendo *Chactas* descrito como especialista, nos permite considerar a la población estudiada como diferencial de acuerdo a conclusiones de investigaciones anteriores.

En las zonas de modificación intermedia observamos que los machos de la población de *Tityus* sp., fueron más abundantes que las hembras a diferencia de los demás ambientes donde la tendencia natural muestra a las hembras con mayor abundancia.

Las hembras de la población de *Chactas* sp. fueron más abundantes que los machos en cada uno de los ecosistemas estudiados. A diferencia de las hembras de *Tityus* sp., las hembras de *Chactas* sp. se encontraron en su mayoría en la zona de intervención media.

La estructura de edades se vio afectada por la intervención antrópica donde las proporciones entre jóvenes, adultos y adultos mayores cambiaron en cada población. Para las poblaciones de *Chactas* sp. y *Tityus* sp., observamos mayor abundancia de individuos de edades intermedias (31 a 50 mm), lo cual puede indicar que ambas poblaciones se encuentran en un proceso de crecimiento poblacional dado por el potencial reproductivo que presentan las hembras en estas edades.

Las poblaciones de escorpiones presentaron tendencias particulares en cuanto a la preferencia por ocupar microhábitats determinados según la disponibilidad de estos de acuerdo al gradiente de intervención, concluyendo que la disponibilidad de lugares para refugiarse es muy importante en la estructura de estas poblaciones, encontrando así que en la zona de Intervención mínima los valores totales reflejan una alta afinidad de *Tityus* sp. y *Chactas* sp. por la hojarasca, seguido por la preferencia de *Tityus* sp. hacia las Plantas y de *Chactas* sp. hacia las grietas para su establecimiento.

En la zona de Intervención media tanto *Tityus* sp., como los *Chactas* sp. exhibieron mayor afinidad por grietas. En la zona de Intervención máxima *Tityus* sp. presenta mayor preferencia por hojarasca y *Chactas* sp. por grietas

REVISIÓN LITERARIA

- Alcaldía Municipal de Buesaco. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Buesaco. 2007-2010
- Avalos G, D Rubio, M E Bar, A González. 2007. Arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 55 (3-4). 2007
- Berryman AA. 2002. *Population cycles: the case for trophic interactions*. Oxford University Press, New York
- Berryman AA. 2003. On principles, laws and theory in population ecology. *Oikos* 103: 695-701
- Berryman AA. 1999. Food web connectance and feedback dominance, or does everything really depend on everything else? *Oikos* 68: 183-185
- Bon C, Goyfon M, ed. *Envenomings and their treatments*. París: Imprimerie Darantiere á Dijon- Quetigny; 1996. p. 49-60.
- Botero-Trujillo, R. 2008. The Scorpion genus *Ananteris* in Colombia: comments on the taxonomy and description of two new species (Scorpiones, Buthidae). *Journal of Arachnology* 36: 287-299.
- Botero-Trujillo, R. & Francke O. F. 2009. A New Species Of Troglomorphic Leaf Litter Scorpion From Colombia Belonging To The Genus *Troglotayosicus* (SCORPIONES: TROGLOTAYOSICIDAE). *Texas Memorial Museum Speleological Monographs, Studies on the Cave And Endogean Fauna of North America Part V*, 2009, 1-10.
- Brownell Ph, Polis G. *Scorpion Biology and Research*. Nueva York: Oxford University Press; 2001. p. 431.
- Castilla, A.M. Y Pons, G.X. 2007. Primeros datos sobre la población de escorpiones (*Buthus occitanus*) en las islas Columbretes (Mediterráneo, España). *Boll. Soco Hist. Nat. Balears*, 50: 257-268. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

- Céspedes, L. 2005. Reporte sobre la riqueza de arañas (Aranae) en tres tipos de vegetación en la reserva municipal valle de Tucavaca. *Revista Kempffiana*, Museo de historia natural Noel Kempff Mercado, Bolivia.
- Connell, M. L. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* (Washington, D. C.) 199:1302-1310.
- Dirzo, R., y Raven, P.H. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environmental Resources* 28:137-167.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34: 487-515.
- Flórez, E. 2000. Biología y sistemática de los escorpiones de Colombia. En: I Congreso Colombiano de Zoología Santa Fe de Bogotá; 9-12 de mayo de 2000. Santa Fe de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, p. 30.
- Flórez E. 2007. Los Escorpiones: Enigmáticas reliquias del pasado poco conocidas en Colombia. P 30-31.
- Forman, R. T.T. 1995. Land mosaics. Cambridge University, Cambridge. 632 pp.
- Francke, O. F. 1982. Parturition in scorpions (Arachnida, Scorpiones): A review of the ideas. *Rev. Arachnol.* 4:27- 37
- Ginzburg LR 1986. The theory of population dynamics: 1. Back to first principles. *Journal of Theoretical Biology* 122: 385-399
- Ginzburg LR, Colyvan M 2004. *Ecological Orbits: how planets move and populations grow*. Oxford University Press, New York
- Gómez JP, Velásquez P, Saldarriaga M, Díaz AC, Otero R. 2002. Aspectos biológicos y ecológicos del escorpión *Tityus fuhrmanni* (Kraepelin, 1914), en poblaciones del cerro El Volador y barrios aledaños de la ciudad de Medellín. *Actual Biol*; 24 (77):103-111.
- Halffter, G. Y Arellanos, L. 2001. *Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical*. En: Tópicos sobre Coleoptera de México.

Navarrete-Heredia, J. L. Fierros-López, H. E. y Burgos-Osorio, A. (Eds). Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Guadalajara, México.

Höfer, H, Wollscheid and Gasnier. 1996. The Relative Abundance Of *Brotheas Amazonicus* (Chactidae, Scorpiones) In Different Habita Types Of A Central Amazon Rainforest. 1996 . The Journal of Arachnology 24 : 34–38

Höfer, H. 1990. The spider community (Araneae) of a central Amazonian blackwater inundation forest (Igapó). Acta Zool. Fennica 190: 173-179.

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Krebs CJ 2001 a. *Ecology*. Benjamin Cummings, San Francisco. 655. P.

Kremen, C., Colwell, R., Erwin, T., Murphy, D., Noss, R. Y Sanjayan, M. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, Vol. 7, No. 4. Pág. 796-808.

Lamoral, B., 1979. The Scorpions of Namibia (Arachnida: Scorpionida). *Ann. Natal. Mus.* Vol 23 (3) Pág. 497-784.

Leyva, P., 2001. El Medio Ambiente en Colombia, 2da edición, Universidad Nacional de Colombia. Pág. 349, Bogotá.

Lobo, J.M. Y Morón, M.A. 1993. La modificación de las comunidades de Coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae en dos áreas protegidas mexicanas tras dos décadas de estudios fáusticos. *G. it. Ent.*, 6: 391-406.

Lubchenco, J. 1978. Plant species diversity in a marine intertidal community: importance of herbivore food preference and algal competitive abilities. *American Naturalist* 112:23-39.

- Lourenço WR. 1997. Synopsis de la faune de scorpions de Colombie, avec des considérations sur la systématique et la biogéographie des espèces. *Revue Suisse de Zoologie* 104(1):61-94.
- Lucas MS, Meier J. 1995. Biology and distribution of scorpions of medical importance. En: Meier J, White J, editors. *Clinical toxicology of animal venoms and Poisons*. Boca Ratón: CRC Press. Pág. 205- 19.
- Martínez D. 2004. Estudio integrado del grado de Antropización (INRA) a escala del paisaje: Propuesta metodológica. Universidad del Cauca. IASCP. Pág. 4-17
- Matthiesen, F. A. 1969. Le developpement post-embryonnaire du scorpion Buthidae: *Tityus bahiensis* (Perty, 1834). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Ser. 2* 41:1367-70.
- Matthiesen, F. A. 1971. Observations on four species of Brazilian scorpions in captivity. *Rev. Bras. Pesqui. Med. Biol.* 4:301-2.
- Morin, E. 1983. *El Método II. La Vida de la Vida*. Ediciones Cátedra. Madrid. 543p.
- Morlans M. C. 2004. *Introducción a la Ecología de Poblaciones*.
- Naranjo L. 1996. *Manual de Practicas en Ecología*
- Ochoa, J. A., R. Botero-Trujillo & L. Prendini. 2010. On the troglomorphic scorpion *Troglotayosicus humiculum* (Scorpiones, Troglotayosicidae), with first description of the adults. *American Museum Novitates*, 3691: 1–19.
- Peretti, A. y L. Acosta (1999), *Sexual cannibalism in scorpions: fact o fiction?*, *Biol. J. Linn. Soc.* 68:485-496.
- Pianka ER. *Evolutionary Ecology*. Nueva York: Harper & Row; 1988. 468 p.
- Polis G. 1990. Ecology. En: Polis GA, ed. *The biology of scorpions*. Stanford: Stanford University Press; p. 247-93.
- Polis, G. A . and R . D. Farley, 1979 . Behavior and ecology of mating in the cannibalistic scorpion, *Paruroctonus mesaensis* Stahnke (Scorpionida : Vaejovidae) . *J. Arachnol.* 7: 33-46.

- Polis, G. A. y Farley, R. D. 1980. Population biology of a desert scorpion: Survivorship, microhabitat and the evolution of life history strategy. *Ecology* 61:620-29
- Polis, G. y W. Sissom (1990), "Life history", en *The biology of scorpions*, Standford University Press (Ed. G. Polis), 233.P.
- Schultze, W. 1927 "Biology of the large Philippine forest scorpion". *Phil. J. Sc*, 32 (3): 375-388.
- Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review Ecology and Systematic* 15:353-391
- Stockmann, R. 1979. Developpement postembryormaire et cycle d'intermue chez un scorpion Buthidae: *Buthotus minax occidentalis* (Vachon et Stock- 104. mann). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Ser. 4* 1:405-20
- Stockmann, R. 1979. Developpement postembryormaire et cycle d'intermue chez un scorpion Buthidae: *Buthotus minax occidentalis* (Vachon et Stockmann). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. Ser. 4* 1:405-20
- Tovar, O., Souza J. 2009. Efectos Sobre La Abundancia De Escorpiones (Aráchnida) A Lo Largo De Un Gradiente De Intervencion De Bosque Secundario En El Municipio De Buesaco. Universidad de Nariño. (Sin publicar).
- Turchin P (2001) Does population ecology have general laws? *Oikos* 94: 17-26
- Turchin P (2003) Complex Population Dynamics: A Theoretical/Empirical Synthesis. Princeton University Press, USA.
- Valderas J., 2004. Apuntes de Ecología. Pág. 13.
- Williams, S.C. 1987. Scorpion Bionomics. *Ann. Rev. Entomol.* 1987. 32:275-95
- Zar J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Northern Illinois University. 4^a edition. Publisher: Prentice Hall. 662. pp.