

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Estudio de la diversidad de la comunidad de Opiliones
(Arachnida) en la Reserva Comunal Amarakauri; Madre
de Dios.**

Tesis sustentada por: Bach. Rolando Coronel Quispe.

Para optar al Título Profesional de Biólogo.

ASESOR: M.Sc. OLINTHO AGUILAR CONDE MAYTA.

COASESOR: Dr. JOSÉ ANTONIO OCHOA CÁMARA.

AGRADECIMIENTOS.

Muchas personas contribuyeron a la realización de este documento así como el crédito de la tesis. Mi profundo agradecimiento a:

Mis padres Fortunato Coronel y Pilar Quispe mis hermanos Eduviges y Herberth. Que son parte en los logros de mis sueños.

Mis asesores M.Sc. Olintho Aguilar Condemayta, Dr. José A. Ochoa Cámara y especialmente al Ph.D. Alfonso Alonso quienes dieron forma a este trabajo y la disponibilidad de escuchar infinidad de incógnitas y las orientaciones para la redacción y la financiación mediante el proyecto WANDARI junto a la Ph.D. Tremaine Gregory, Ph.D Jessica Deichman y Gorky Valencia.

Al M.Sc. Juan Carlos Chaparro y Blgo. Frank P. Condori. Por la enorme ayuda en la toma de fotografías y su apoyo incondicional en la colecta de Opiliones junto a: Gorky Valencia, Amanda Delgado, Jessica Deichman, Raúl Quentecuari, Jhon Qorisepa, Wenister García, Key García, Jhony Nayori, Jorge Sono y a todo los integrantes del plan de acción para la biodiversidad del proyecto WANDARI.

Un especial reconocimiento a la Blga. Omayra V. Colque por volcar su experiencia en dar el formato al trabajo final y la edición de las fotografías de los especímenes. Y su gran paciencia para resumir las ideas que se nos ocurría desde mucho antes del proyecto así como en el Seminario de Investigación.

A mis compañeros de la facultad por su apoyo y escuchar inquietudes en la elaboración de esta tesis. A todas mis amistades y familiares que estuvieron atentos a cada paso y resbalón.

A mis maestros que incentivaron mis inquietudes en la investigación

A los Directivos y personal de la Reserva Comunal Amarakaeri por las facilidades para la realización de los muestreos

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco por el financiamiento de la tesis.

Al *Smithsonian Conservation Biology Institute (SCBI)* por el financiamiento para colección de especímenes.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	III
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	V
FORMULACION DEL PROBLEMA.....	V
JUSTIFICACIÓN.....	VI
OBJETIVOS.....	VII
OBJETIVO GENERAL:.....	VII
OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	VII
HIPOTESIS.....	VIII
1.1 ANTECEDENTES:.....	9
1.2 MARCO TEORICO.....	11
1.2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA DIVERSIDAD DE OPILIONES EN EL PERÚ.....	11
1.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE OPILIONES.....	11
1.2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	12
1.2.4 CARACTERES DE DIAGNÓSTICO.....	12
1.2.5 CARACTERES MORFOLÓGICOS EXTERNOS.....	12
1.2.5.1 PROSOMA	15
1.2.5.2 OPISTOSOMA	15
1.2.5.3 APENDICES	15
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	18
2.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	18
2.3 UBICACIÓN POLITICA.....	20
2.4 ACCESIBILIDAD.....	20
2.5 ASPECTO FISICO.....	20
2.5.1 Topografía.....	20
2.5.2 Geología.....	21
2.5.3 Suelos.....	21
2.5.4 Hidrología.....	21
2.5.5 Clima.....	21
2.6 ASPECTO BIOLÓGICO.....	24
2.6.1 Flora.....	24
2.6.2 Fauna.....	25
3.1.2 MATERIALES DE CAMPO.....	25
3.1.3 MATERIALES Y EQUIPOS DE GABINETE.....	26

3.2 METODOLOGÍA	27
3.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO.....	27
3.2.2 MUESTREO.....	28
3.2.3 COLECTA DE MATERIAL BIOLÓGICO.....	29
3.2.3.1 IDENTIFICACIÓN DE OPILIONES.....	30
3.2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
3.2.3.2.1 DIVERSIDAD ALFA (α)	30
3.2.3.2.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD	31
3.2.3.2.3 DIVERSIDAD BETA (β)	33
3.2.3.2.4 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN	34
4.1 RESULTADOS.....	35
4.1.1 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA.....	35
4.1.2 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y ESTIMADORES DE LA RIQUEZA DEL MUESTREO.....	37
4.1.3 COMPARACIÓN ESPACIAL DE LOS ENSAMBLES DE OPILIONES ENCONTRADOS.....	42
4.1.4 MEDIDAS DE DIVERSIDAD.....	47
4.2 DISCUSIÓN.....	51
4.2.1 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	51
4.2.2 DETERMINACION DE ESFUERZO DE MUESTREO Y DIVERSIDAD ALFA.....	51
4.2.3. DISTRIBUCION ESPACIAL Y RECAMBIO DE ESPECIES, DIVERSIDAD BETA.....	52
4.2.4. INDICES DE DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA.....	53
4.3 CONCLUSIONES.....	55
4.4 RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquemas morfológicos.....	14
Figura 2: Mapa de ubicación y delimitación de la Reserva Comunal Amaraeri.....	19
Figura 3: Mapa de ubicación del campamento PAD-A y área de muestreo.....	29
Figura 4: Mapa de ubicación de parcelas y área de muestreo.....	30
Figura 5: tabla de conversiones de índices comunes a diversidad verdadera.....	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos meteorológicos de temperatura y precipitación de 10 años (2006-2015) de la Estación Quincemil.	23
Tabla 2: Composición taxonómica de Opiliones de la Reserva Comunal Amaraeri (RCA)	38
Tabla 3: Abundancia y porcentaje de abundancia total de opiliones para cada familia encontrada por diferentes tipos de muestreo.....	39
Tabla 4: Estimación no paramétrica de la riqueza de especies.....	40
Tabla 5: Distribución de las morfoespecies entre las diferentes franjas, cantidad y proporción de morfoespecies en común entre franjas y morfoespecies propias de una franja	45
Tabla 6: Resultados del análisis SIMPER de las morfoespecies que contribuyen a la similitud entre franjas	49
Tabla 7: Valores de la riqueza, abundancia, diversidad de Shannon y la Inversa de Simpson, equidad (índice de Pielou e índice de Buzas-Gibson) y valores de la dominancia (Berger-Parker).....	50

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Diagrama Climático de la estación meteorológica de Quincemil.....	24
Gráfico 2: Curvas de Acumulación, método de rarefacción.....	41
Gráfico 3: Modelo de extrapolación de la riqueza.....	42
Gráfico 4: Modelo de extrapolación según los estimadores propuestos.....	43
Gráfico 5: Gráfico ternario de dispersión de la abundancia con los componentes de la diversidad beta.....	44
Gráfico 6: Gráfico de NMDS para las franjas: A (verde), C (amarillo), D (celeste), E (azul) y G (rojo).....	47
Gráfico 7: Gráfico de cajas del análisis de similitud (ANOSIM).....	48
Gráfico 8: relación del índice de Shannon y la Inversa de Simpson para las cinco franjas muestreadas.....	51
Gráfico 9: Gráfico de rango abundancia para todas las franjas.....	52

INDICE DE ANEXOS.

Figura 1: Metodología de campo. Instalación de parcelas, búsqueda, colecta y el equipo de campo.....	62
Figura 2: Morfoespecies del sub Orden Eupnoi, Familia Sclerosomatidae, Sub familia Gagrellinae y Leiobuninae.....	63
Figura 3: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Agoristenidae, Genero <i>Avima</i> . Familia Biantidae.....	64
Figura 4: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Cosmetidae, Genero <i>Taito</i>	65
Figura 5: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Cosmetidae, Sub familia Cosmetinae, Genero <i>Cynorta</i> . Sub familia Discosomaticinae, Genero <i>Protus</i>	66
Figura 6: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Gonyleptidae, Sub familia Pachylinae.....	67
Figura 7: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Gonyleptidae, Sub familia Ampycinae, Familia Manosbiidae.....	68
Figura 8: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Cranidae, Genero <i>Aguaytiella</i> . Familia Metasarcidae, Genero <i>Metasarcus</i> . Familia Stygnidae, Genero <i>Stygnoplus</i> y <i>Protimesius</i>	69
Figura 8: Morfoespecies del sub Orden Laniatores, Familia Zalmoxidae.....	70
Tabla 1: Morfoespecies por tipo de muestreo.....	71
Tabla 2: Parcelas, Abundancia y Coordenadas de colecta en el PAD-A.....	72
Observaciones del comportamiento de las morfoespecies colectadas.....	73
Claves dicotómicas.....	75

RESUMEN.

El estudio se realizó en la Reserva Comunal AmaraKaeri (RCA), específicamente en el ámbito del PAD-A, que es una zona de exploración de hidrocarburos del lote 76 donde se implementó el proyecto de monitoreo del *Smithsonian Conservation Biology Institute* (SCBI), durante el mes de Julio de 2015 y 2016 con la finalidad de determinar la diversidad de Opiliones en la RCA, así como, el recambio de especies entre las diferentes franjas y demostrar si las distancias influyen en la diversidad y composición de la comunidad de Opiliones. Los muestreos se realizaron mediante el método de cuadrantes o parcelas; dentro de 5 franjas a diferentes distancias: 50 m (Franja A), 150 m (Franja C), 250 m (Franja D), 500 m (Franja E) y 1000 m (Franja G) en cada distancia concéntrica se presenta 10 parcelas de 40 x 10 m., para la colecta se usó un esfuerzo acumulado de 120 minutos por parcela, al igual que se realizaron muestreos libres. Para el análisis estadístico se usaron índices de diversidad alfa y beta, índices de riqueza; al igual que análisis multivariados como NMDS y análisis de similitud y disimilitud, ANOSIM y SIMPER. Se colectaron 497 individuos y se identificaron 30 morfoespecies distribuidas en 10 familias, siendo Cranaiidae y Manaosbiidae las familias más abundantes, el esfuerzo de colecta se muestra en curvas de acumulación por el método de rarefacción mostrando un muestreo óptimo para el área de estudio. Las franjas con mayor riqueza son E y A, siendo A con C las franjas que comparten en mayor proporción morfoespecies. El análisis de NMDS muestra que las franjas se agrupan, lo cual es reforzado con una prueba de análisis de similitud (ANOSIM) $R = -0.0013$ ($p < 0.519$) concluyendo que las distancias no influyen en la composición de la comunidad de Opiliones. El porcentaje de similitud (SIMPER) demuestra que la morfoespecie *Aguaytiella sp.1* (Cranaiidae) es la que mayor contribuye en la similitud entre franjas. El área de muestreo posee una diversidad verdadera en el sentido de *Jost* de 13.68 especies efectivas o una diversidad de Shannon de 2.57 nats. Al igual que las curvas de rango

abundancia demuestran que las franjas A y G son las que poseen valores altos de equidad y la franja D, E la mayor dominancia.

INTRODUCCIÓN.

La biodiversidad es la variedad de vida en la tierra, y sus diferentes niveles de organización biológica (Gaston & Spicer, 2004), y aunque es muy difícil medirla ya que tiene un concepto multidimensional, y por ende, no puede ser reducido a un simple número, es necesario medirla cuantitativamente. Para ello existen tres aspectos que pueden ser medidos: 1) Número de genes, especies y poblaciones en un espacio determinado, 2) Equidad o grado en que los individuos se distribuyen entre especies, 3) Diferencia o grado de similitud-disimilitud (Purvis & Hector, 2000). En base a estos tres parámetros se han generado diferentes estimadores matemáticos para explicar la biodiversidad.

La biodiversidad es uno de los temas clave de la biología de la conservación. Recientemente se percibe su acelerado desarrollo debido a la crisis ambiental de las últimas décadas del siglo XX (Moreno, Verdú, & Arita, 2007). Por ejemplo, los seres humanos hemos acelerado la tasa de extinción de especies hasta 1000 veces en comparación a la historia del planeta (Naeem et al., 1999).

Los estudios en la sistemática y biogeografía de opiliones de los bosques atlánticos demostraron que las especies de este Orden son útiles en la reconstrucción de la compleja historia de los bioma (Pinto-da-rocha & da Silva, 2005), ya que este grupo de Arácnidos son uno de los más primitivos. Han permanecido mucho tiempo sin cambiar desde hace 305 millones de años siendo un excelente ejemplo de estasis evolutiva (Garwood, Dunlop, Giribet, & Sutton, 2013). Ya que poseen características ecológicas que los convierten en potenciales controladores biológicos (Allard & Yeorgan, 2005); indicadores de la calidad de un ecosistema o de un paisaje, organismos base para elaborar análisis biogeográficos (Almeida-Neto et al., 2006) y contribuyen de manera importante al reciclaje de nutrientes en la mayoría de los ecosistemas terrestres.

El presente estudio de investigación tiene como principal objetivo evaluar la composición y abundancia de Opiliones a diferentes distancias a una zona con actividad explorativa de hidrocarburos. La Reserva Comunal Amaraakaeri y en especial la zona de estudio no cuentan con un estudio línea base Opilológico ni un registro de su diversidad, siendo un elemento básico para trabajos posteriores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta zona no cuenta con un estudio línea base Opiliológico ni un registro de su diversidad, siendo un elemento básico para trabajos de conservación.

FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál será la diversidad de la comunidad de Opiliones en la Reserva Comunal Amaraeri?

¿Qué especies de Opiliones existen en el ámbito del PAD-A?

¿Cuál es la riqueza, abundancia, y los diferentes índices de diversidad para el área de estudio?

¿La composición y distribución de especies de Opiliones varía a diferentes distancias del PAD-A? y si varía ¿Cómo y en qué magnitud?

¿Cómo varía la abundancia de Opiliones a diferentes distancias del PAD-A y sus respectivos índices de diversidad?

JUSTIFICACIÓN.

El Perú es considerado uno de los países con mayor biodiversidad del planeta, pero se desconoce la verdadera dimensión, sobre todo en grupos de invertebrados. De igual manera la zona de estudio es un área de exploración de hidrocarburos dentro de la Reserva Comunal Amaraeri (RCA), que en la línea base del componente biológico del EIA no se aprecie la taxa de Opiliones a pesar de que, estudios de la sistemática y biogeografía en opiliones de los bosques atlánticos demostraron que las especies de este Orden son útiles en la reconstrucción de la compleja historia de los bioma, de igual manera, poseen características ecológicas que los convierten en potenciales controladores biológicos e importantes indicadores de la calidad de un ecosistema o de un paisaje, organismos base para elaborar análisis biogeográficos y contribuyen de manera importante al reciclaje de nutrientes en la mayoría de los ecosistemas terrestres.

Por lo tanto este trabajo de investigación aportara a la diversidad faunística, y a su vez, servirá en un futuro como base para desarrollar proyectos de conservación de Opiliones dentro de la Reserva Comunal de Amaraeri.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la diversidad de la comunidad de Opiliones en la Reserva Comunal Amarakaeri.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Identificar las diferentes especies de Opiliones.
2. Determinar la riqueza, abundancia y diversidad de Opiliones en el área de estudio.
3. Analizar la distribución espacial y recambio de especies de la comunidad de Opiliones.
4. Analizar la abundancia relativa y la diversidad de las diferentes taxa de Opiliones en cinco franjas en la Reserva Comunal Amarakaeri.

HIPOTESIS.

La composición de la comunidad de Opiliones está influenciada por las distancia entre franjas.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES:

Uno de los taxónomos de Opiliones más importantes fue Carl Friedrich Roewer quien describió 2260 especies aproximadamente en su libro “*Die Weberknechte der Erde*” – 1923 (Los Opiliones del Mundo), donde se incluyen varias especies para el Perú. Existe varios estudios Opiliológico para nuestro ámbito como:

- Chamberlin, 1916 en la Expedición Peruana de Yale de 1911, estudia Opiliones encontrados en el trayecto de Ollantaytambo a Machupicchu, para la Región Cusco reportando *Vonones peruviana* (Cosmetidae), Gonyleptidae sub familia Pachylinae: *Bullaepusenoplus*, *Huadquinahuadquinae*, *Huasampiliascotia* y *Polyacanthoprocta orina*. Todas para la Provincia de La Convención.
- Roewer, 1930 reporta a *Acrographinotus curvispina*, perteneciente a la familia Gonyleptidae, sub familia Pachylinae en la localidad de Calca.
- Soares & Soares, 1979 describen a *Punrunata pulchra* de la familia Gonyleptidae, sub familia Pachylinae, para la localidad de Ollantaytambo-Canchapata.
- Kury & Maury, 1998 describen el nuevo género (*Incasarcus*) de la familia Metasarcidae, basado en especímenes colectados en el Parque Nacional del Manu, Wiñaywayna, Yanacocha, Abra Málaga y Machupicchu; reportando para cada localidad una especie nueva.
- Bragagnolo & Pinto-da-rocha, 2003 realizaron un trabajo de diversidad de Opiliones en el Parque Nacional Da Serra dos Órgãos en Brasil dentro de 36 parcelas colectando 771 individuos, identificando 36 especies.

- Resende, Pinto-da-Rocha, & Bragagnolo, 2012 Realizaron un estudio de diversidad de Opiliones en el Parque da Onça Parda al sureste de Brasil, muestreando 64 transectos colectando 1767 individuos e identificaron 27 especies.
- Hilari, 2012 realizo el estudio de Opiliofauna de la Comunidad de Chocco, reportando para la zona de estudio las familias: Caddidae, Cosmetidae, Cranidae, Gonyleptidae y Zalmoxidae.
- Ochoa & Pinto-da-rocha, 2013 Describen tres nuevas especies de *Protimesius* (Stygnidae): *P. amigos* (Departamento de Madre de Dios), *P. machiguenga* (Departamento de Cusco), *P. kakinte* (Departamento de Cusco).
- Coronel, 2015 realizó un estudio sobre los patrones de distribución del género *Incasarcus*, adicionalmente menciona que el género *Incasarcus* ocupa el 5.085 % del área de estudio y se encuentra en tres ecorregiones: Puna Central Andina Húmeda, Valles Interandinos Peruanos y Yungas Peruanas.

1.2 MARCO TEORICO.

1.2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA DIVERSIDAD DE OPILIONES EN EL PERÚ.

Los opiliones habitan prácticamente todos los climas alrededor del globo, salvo en los polos (Kury, 2003). De las poco más de 6 600 especies de opiliones que actualmente se conocen, Perú cuenta con 170, ocupando el 11avo lugar, siendo Brasil el primer lugar con 999 especies (<http://www.museunacional.ufrj.br/mndi/Aracnologia/checklaniator.htm>).

Los Opiliones poseen características ecológicas que los convierten en: 1) potenciales controladores biológicos (Allard & Yeorgan, 2005); 2) indicadores de la calidad de un ecosistema o de un paisaje ya que comparten características con otros grupos utilizados para ese fin, 3) como organismos base para elaborar análisis biogeográficos (Almeida-Neto et al., 2006), además de que 4) contribuyen de manera importante al reciclaje de nutrientes en la mayoría de los ecosistemas terrestres. Más allá de su importancia ecológica y de control biológico en los cultivos, los opiliones pueden ser una fuente de oportunidades para diferentes industrias ya que sus características glándulas repulsivas contienen cetonas, naftoquinonas y diversas sustancias con propiedades repelentes y antibióticas documentadas (Machado, Carrera, Pomini, & Marsaioli, 2005).

1.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE OPILIONES.

El orden Opiliones fue propuesto por Sandoval (1833), constituyen el tercer orden más diverso de arácnidos después de Acari y Aránea (Kury, 2011). Son caracterizados por tener el cuerpo y la cabeza fusionados en una sola pieza, con el segundo par de patas más larga que las restantes. Los Opiliones se subdividen en cuatro Subórdenes Cyphophthalmi, Dyspnoi, Eupnoi y Laniatores. Por estar relacionados por monofilia, Phalangidos (Dyspnoi, Eupnoi y Laniatores) y por parafilia los Palpatores (Dyspnoi y Eupnoi) (Giribet & Boyer, 2002). Una segunda hipótesis sugiere que los

Opiliones se subdividen en cinco Subórdenes. Incluyendo a la lista anterior el Suborden Tetrophthalmi, que vendría hacer un grupo hermano de Cyphophthalmi (Sharma & Giribet, 2014).

1.2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

A diferencia de la mayoría de los arácnidos, los Opiliones no tienen un estómago capaz de succionar sus alimentos, por lo tanto deben masticarlos ingiriendo pequeñas partículas. Por lo tanto, están expuestos a los parásitos y más aún cuando su hábito alimenticio es omnívoros; sin embargo, estos no son los únicos enemigos naturales de los Opiliones; estos arácnidos se enfrentan a muchos depredadores como las aves passeriformes. Las ranas y sapos, mamíferos insectívoros y arañas son otros importantes grupos de depredadores (Cokendolpher & Mitov, 2007). Así como *Pipra fasciicauda* y murciélagos del género *Artibeus* (Phyllostomidae).

1.2.4 CARACTERES DE DIAGNÓSTICO.

Observando las relaciones filogenéticas se explica que por monofilia existe la presencia de cinco sinapomorfías inequívocas: 1) la presencia de glándulas repugnatorias (Gnaspini & Hara, 2007), 2) La articulación bicondilo vertical entre el trocánter y el fémur de las patas, 3) el estigma traqueal vinculado al segmento genital, 4) el pene masculino y 5) el ovipositor de la hembra (Shultz, 1990, Giribet et al., 2002)

1.2.5 CARACTERES MORFOLÓGICOS EXTERNOS

Los opiliones tienen dos regiones en el cuerpo (Fig.1. 1A, 1B), un **prosoma** (cefalotórax) anterior y el **opistosoma** (abdomen) posterior. Esto difiere con las arañas y otros ciertos arácnidos en el que están separados por una constricción o cintura. El prosoma tiene seis pares de apéndices, un par de quelíceros, un par de pedipalpos, y cuatro pares de patas (I a IV). La placa dorsal que cubre

el prosoma (caparazón) generalmente tiene un par de ojos estrechamente espaciados, oculario y dos aberturas laterales llamados **Ozosporos** que son parte de glándulas defensivas. El opistosoma tiene 10 segmentos con el **esclerito** dorso-distal formando un **opérculo anal**. Las **aberturas respiratorias** se encuentran en el segundo segmento del opistosoma justo detrás del último par de patas. **La abertura genital** también se localiza ventralmente en el segundo segmento del opistosoma normalmente de posición antero-medial. El cuerpo es compacto y varía en forma, mucho más que en otros grupos de arácnidos (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007).

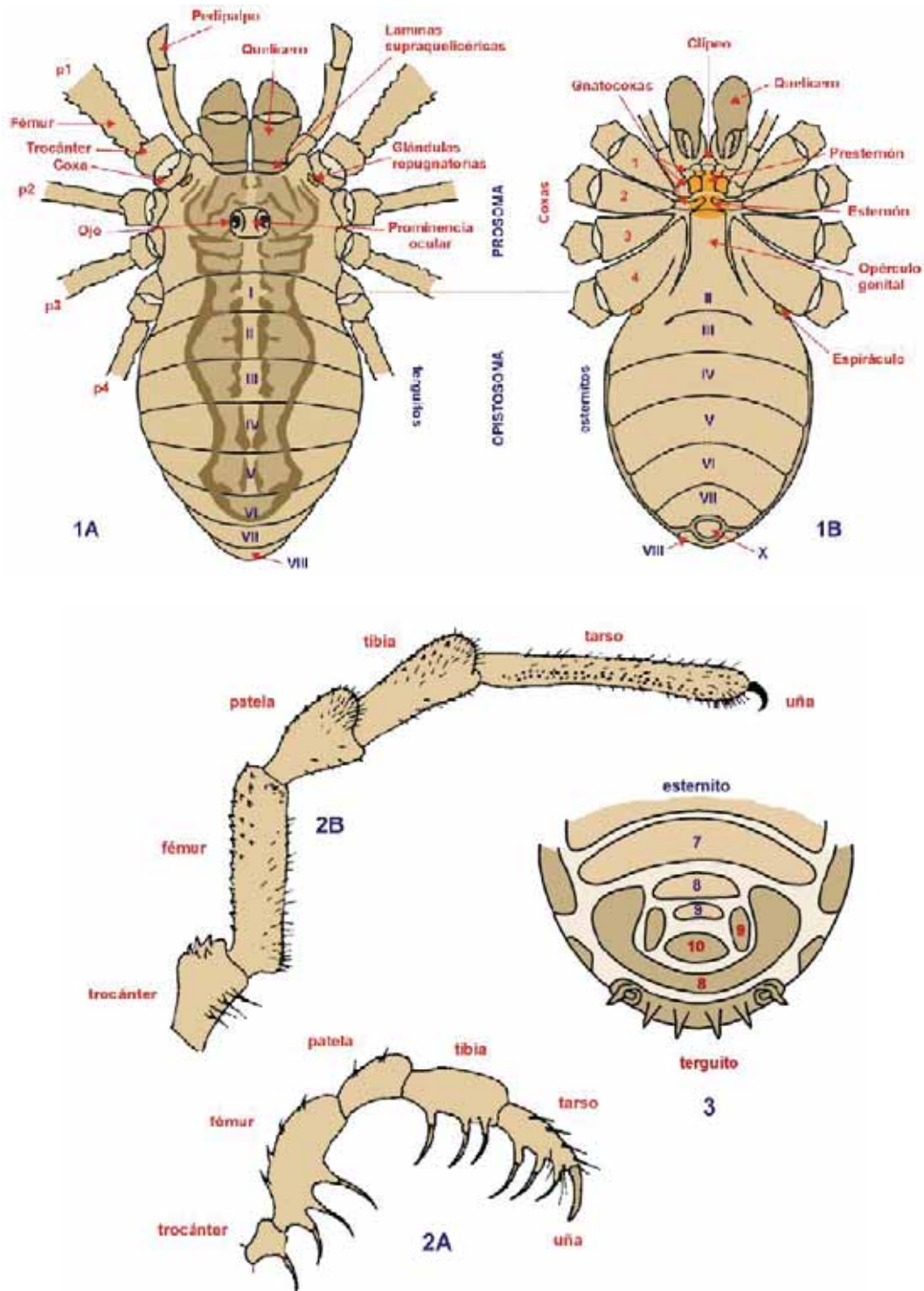


Figura 1: Esquemas morfológicos. 1: Vista dorsal (1A) y Vista ventral (1B), de un falángido, mostrando los elementos estructurales fundamentales del grupo. 2: Vista lateral de los pedipalpos: (2A) en Laniatores (*Phalangodidae*); (2B) en Eupnoi (*Dasylobus*). 3: Vista ventral de la corona anal de *Nemastoma* (en punteado, las placas tergaes). (Merino & Prieto, 2015).

1.2.5.1 PROSOMA

1.2.5.1.1 Estructura dorsal. Se encuentra cubierta por un caparazón esclerotizado (Figura.1-1A) formado por la unión de los tergitos. El caparazón presenta espinas, pero sus características más resaltantes son la presencia de ojos y ozosporos. Los Opiliones típicamente tienen un par de ojos simples sobre un oculario (tubérculo ocular o montículo del ojo), que usualmente está sobre el caparazón de posición antero-medial. Sin embargo el oculario puede ser perceptible o proyectado sobre el margen anterior del caparazón, en algunos casos los ojos pueden estar separados lateralmente. El oculario puede ocupar gran parte del caparazón como en la familia Caddidae, normalmente posee formas de cúpula o globoso puede ser liso o con espinas, pequeñas o grandes (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007).

1.2.5.1.2 Estructura ventral.- Con presencia de: coxas, el aparato de alimentación (estomoteca) y la región esterno-intercoxal (Fig. 1. 1B) (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007)

1.2.5.2 OPISTOSOMA

Posee 10 **somites** (Fig. 1-1B) (Hansen & Sørensen, 1904) correspondiendo a los somites posteriores VII-XVI. El opistosoma con 12 o 13 somites es probablemente la condición primitiva en Arácnidos (Shultz, 1990) con una variación en el patrón segmentario de la esclerotización dorsal en el opistosoma (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007).

1.2.5.3 APENDICES

1.2.5.3.1 Quelíceros

Los quelíceros son los primeros apéndices de alimentación, posee tres segmentos. Con los segmentos medio (II) y distal (III) forman los dedos fijos y móviles de una quela (pinza). Los

márgenes interiores de los dedos quelicerales están equipados con una hilera de dientes. Los quelíceros son amplios en muchos grupos de Eupnoi, Dyspnoi y Laniatores (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007).

1.2.5.3.2 Pedipalpos

Los pedipalpos (Fig. 1-2A, 2B) se encuentran entre los quelíceros y la pata I, compuesto por seis segmentos: coxa, trocánter, fémur, patela, tibia y tarso con o sin uñas. Los pedipalpos a menudo se asemejan a patas reducidas en Cyphophthalmi, así como muchos Eupnoi y Dyspnoi. Son usados como órganos táctiles o para manipular la comida o captura de presas, en caso de Laniatores y Caddoidea los pedipalpos son típicamente largos, espinoso y predatorio (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007).

1.2.5.3.3 Patas

Las patas tienen los mismos artejos que los pedipalpos, excepto que el tarso está dividido proximalmente, en el *metatarsus* (basitarsos) y distalmente en el *tarso* (telotarso, distitarso). Las coxas tienden a moverse libremente como en la mayoría de Eupnoi y muchos Dyspnoi, o se fusionan en la superficie ventral del cuerpo, esto en Cyphophthalmi y en Laniatores. La articulación bicondila (coxa-trocánter) puede someterse a grandes movimientos de flexiones dorso ventrales (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007) este comportamiento se observa con frecuencia como medio de defensa.

1.2.5.4 GENITALES.

La arquitectura del aparato reproductor en macho y hembras es similar (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007). Las gónadas (testículos y ovarios) son en forma de “U” con un gonoducto. Los gonoductos

se fusionan en un solo conducto, que se une con un tubo revestido de cutícula formando un pene u ovipositor reversible, El extremo posterior del pene y del ovipositor se encuentran conectados a glándulas accesorias

El estudio morfológico de los genitales ha demostrado su utilidad sistemática en casi todos los taxones de Opiliones. Su importancia quedó demostrada por Hansen & Sørensen (1904), la morfología de los genitales se ha convertido en una útil fuente de caracteres para el diagnósticos de especies o niveles más altos, así como una importante fuente de pruebas de las relaciones filogenéticas (Martens, 1986; Martens, Hoheisel, & Götze, 1981). La mayoría de estudios taxonómicos de Laniatores, Eupnoi y Dyspnoi incluyen descripciones e ilustraciones, al menos, de genitales masculinos.

1.2.5.5 Caracteres Morfológicos de los Genitales.

La arquitectura básica del aparato reproductor de Opiliones, descrito por Shultz y Pinto-da-Rocha (2007), es similar en macho y hembras. Las gónadas (testículos y ovarios) son en forma de “U” con un gonoducto formado por el mesodermo (conducto espermático u oviducto) emergiendo de cada lado. Los gonoductos se fusionan y continúan hacia adelante, como un solo conducto, que se une eventualmente con un tubo revestido de cutícula que viaja a través ya sea un pene o ovipositor reversible, El extremo posterior del pene y el ovipositor se encuentran conectados con el extremo posterior de una cámara de pregenital formado por paredes flexibles cuticulares que a menudo llevan las glándulas accesorias. Las paredes de la cámara pregenital tienen músculos que parecen expandir el lumen pregenital e iniciar la eversión, que se completa más probable por la presión de la hemolinfa (Shultz & Pinto-da-rocha, 2007)

CAPITULO II: AREA DE ESTUDIO

2.1 ÁREA DE ESTUDIO.

El estudio se realizó en la Reserva Comunal Amarakaeri (RCA). La RCA comprende una superficie de 402 335.62 ha. y se establece tomando como referencia territorios de grupos lingüísticos Amarakaeri y Sapiteri. Estos grupos se encuentran ubicados geográficamente en las cabeceras del río Madre de Dios (*Eori*) y afluentes de los ríos Shilive (*Ishiriwe*), Colorado (*Karene*), y Puriki (*Pokiriwe*). Estas zonas tienen actividades propias de caza, pesca y recolección de frutos silvestres y posee recursos auríferos, maderables, no maderables y diversidad biológica. El muestreo se realizó en el campamento (PAD-A). La localidad del PAD-A (Lote 76) es un punto de exploración de hidrocarburos ubicada entre los ríos Colorado y Dahune (Fig. 2)

2.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA.

La RCA y su zona de amortiguamiento están comprendidas dentro de un polígono de vértices: UTM 8 644 116,23N y 238 042,46E; 8 664 116,23N y 349 401,77E; 8 529 181,98N y 349 401,77E; 8 529 181,98N y 238 042,49E, según Datum del sistema Geodésico Mundial 1984-WGS y para la zona 19 S (INRENA, 2008). (Fig. 01). El PAD-A (Lote 76) posee las siguientes coordenadas referenciales: 8562485.00 N 282310.00 E y 8562482.00 N 282239.00 E (Smithsonian, 2014) (Fig. 3)

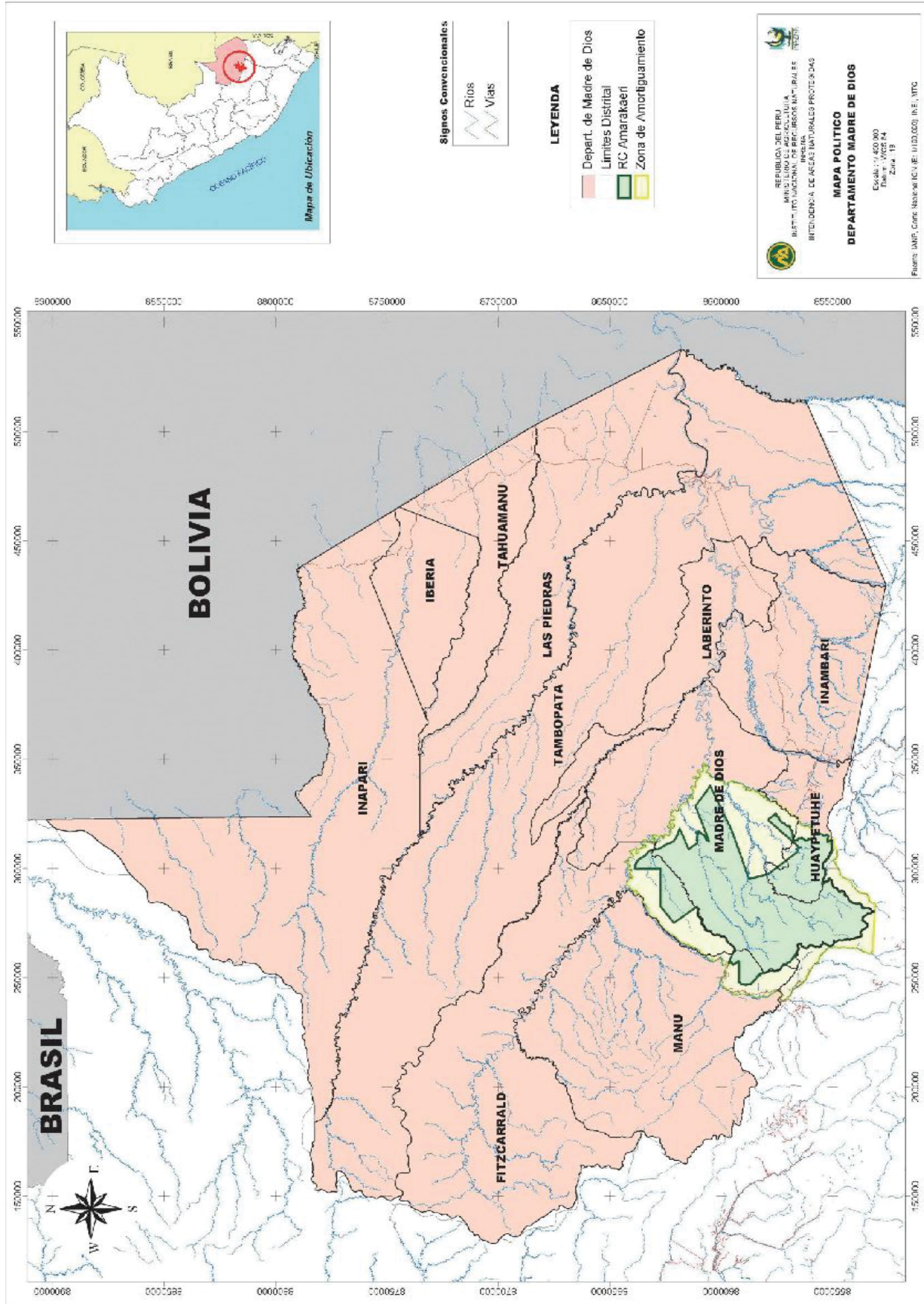


Figura 2: Mapa de ubicación y delimitación de la Reserva Comunal Amarakaeri (INRENA, 2008)

2.3 UBICACIÓN POLITICA.

La RCA se localiza en la selva sur del Perú, departamento de Madre de Dios, provincia Manu. Tiene como límite al Norte los distritos de Fitzcarrald, Manu, al Sur el Departamento de Cusco y Distrito de Huapetuhe, al Este el Distrito de Madre de Dios y al Oeste el Departamento de Cusco (INRENA, 2008).

2.4 ACCESIBILIDAD

El acceso al sitio de estudio es relativamente complicado. Primero hay que dirigirse de Cusco hacia el Campamento Base Quincemil (Quincemil) por la ruta Cusco-Puerto Maldonado, un recorrido de aproximadamente 3-4 horas. Después por vía aérea en un tiempo aproximado de 15-20 minutos de vuelo, ingresamos al campamento (PAD A). La localidad del PAD-A (Lote 76) se caracteriza por la presencia de bosques húmedos tropicales montañosos y yungas Peruanas (Deichmann et al., 2017).

2.5 ASPECTO FISICO

2.5.1 Topografía.

La RCA posee tres formaciones geológicas principales: terrazas, cubriendo el 50% de la reserva, con pendiente suave y laderas largas. colinas (de 700 a 1000 m de altitud) presentando suelos altamente erosionables cubriendo el 15% de la reserva, de relieve accidentado, y montañas (de 1500 a 2500 m de altitud) cubriendo el 35% de la reserva, con una alta pendiente (INRENA, 2008).

2.5.2 Geología

En el área de estudio predominan las rocas sedimentarias y metamórficas. Las rocas más antiguas del paleozoico inferior son las cuarcitas y pizarras esquistosas, sobre las cuales se encuentran las del paleozoico superior, compuestas por calizas y areniscas. Sobre éstas se encuentran sedimentos mesozoicos, representados sólo por el cretácico. El triásico y jurásico no se han depositado o reconocido en esta región. Los depósitos continentales del terciario consisten en una secuencia de limonitas, arcillas, areniscas y lutitas. El cuaternario está conformado por el depósito de arena, grava, limo y arcilla (INRENA, 2008)

2.5.3 Suelos

Las laderas, colinas altas y cumbres con pendientes complejas, muy empinadas, presentan suelos primarios o de formación in situ, con suelos poco profundos y con abundancia de piedras de hasta 25 centímetros de diámetro. (INRENA, 2008)

2.5.4 Hidrología

Presenta ríos, cochas o lagunas y aguajales o pantanos. La Reserva está definida hidrológicamente por las subcuencas de los ríos afluentes a lo largo de la margen izquierda de los ríos Alto Madre de Dios y Madre de Dios, los cuales son: Río Carbón, Salvación, Yunguyo, Adan Rayo, Shintuya, Mochino, Serjali, Mamajapa, Blanco, Chilive y el río Colorado o Karene (ParksWatch, 2003)

2.5.5 Clima

El clima es semicálido muy húmedo. Los rangos de temperatura, según los registros en la Granja Kcosñipata, la Hacienda Mascoitánea y la Misión Shintuya, se encuentran entre los 23.1 °C y 28.5

°C. Esta zona se caracteriza por presentar un fuerte descenso de las temperaturas mínimas, hasta 8 °C en los meses de junio y julio, fenómeno llamado «friaje» originado por vientos polares que suben bordeando la cordillera de los Andes. La humedad promedio anual es de 90.3 % (INRENA, 2008).

Meses	Temperatura Media (°C)	Precipitación(mm)
Julio	22.3	503.2
Agosto	23.3	202.6
Septiembre	24.3	310.2
Octubre	24.4	534.3
Noviembre	24.1	581.9
Diciembre	24.5	832.1
Enero	24.2	934.8
Febrero	24.2	762.7
Marzo	24.5	768.8
Abril	24.3	448.7
Mayo	22.9	336.2
Junio	22.6	344.3
Promedio	23.8	
Total		6559.7

Tabla 1: Datos meteorológicos de temperatura y precipitación de 10 años (2006-2015) de la Estación Quincemil (http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi)

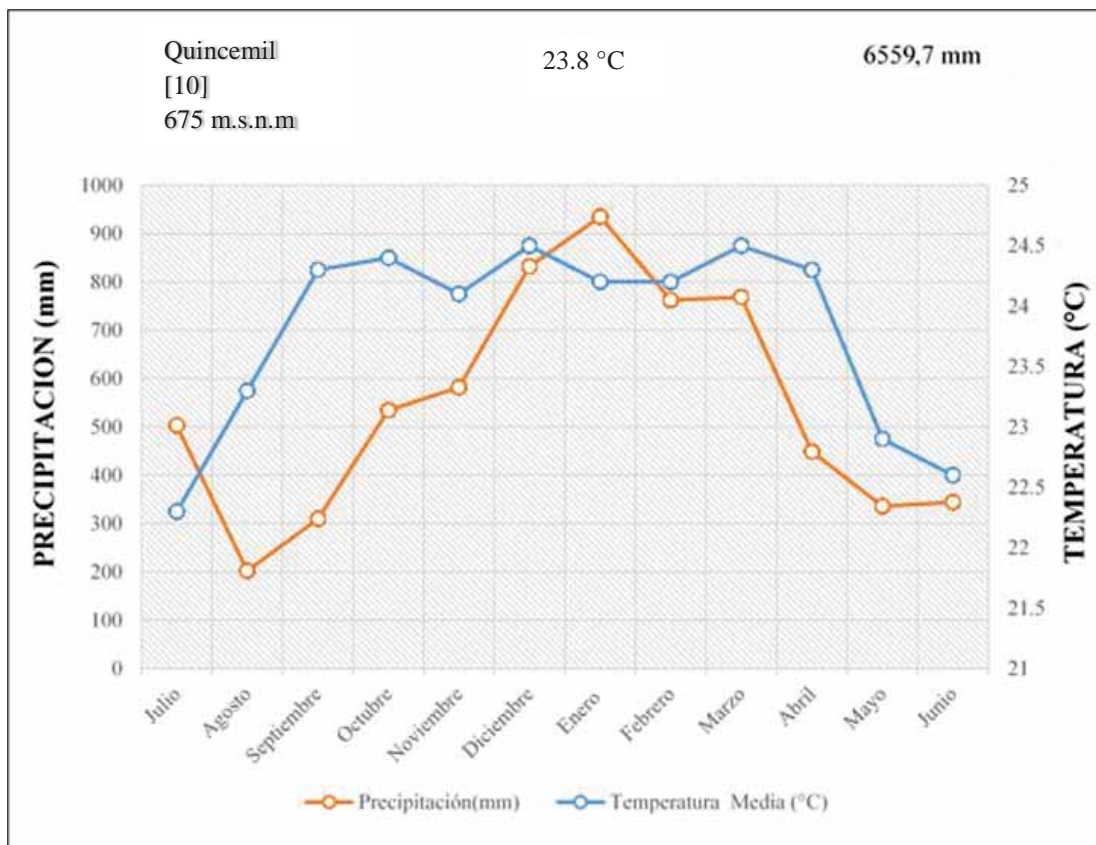


Gráfico 1: Diagrama Climático de la Estación Meteorológica de Quincemil (http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi).

El gráfico 1, muestra que el clima presenta características típicas de la región de la selva. Se puede observar que todos los meses presentan precipitaciones mayores a 200 mm con una temperatura constante que va desde los 22,3 °C a 24,5 °C. Los meses de Mayo a Setiembre disminuye la precipitación (336.2-310.6mm) y los meses de Diciembre a Marzo se incrementa la precipitación (832.1-768.8mm).

2.6 ASPECTO BIOLÓGICO

2.6.1 Flora

Presenta vegetación de bosque de montaña, cuya principal característica es la estratificación de bosque. El estrato emergente tiene árboles frondosos y exuberantes y copas altas y casi siempre verdes, cuya altura sobrepasa los 40 metros, Entre ellos se tiene la lupuna (*Ceiba pentandra*), oje (*Ficus insípida*), *Dipterix odorata* y *Poulsenia armata* (Terborgh, 1985). El segundo estrato con árboles de 25 a 30 metros de altura. Entre éstos se pueden distinguir especies como *Inga sp.*, *Pourouma sp.*, *Annona sp.*(INRENA, 2008), cedro (*Cedrella odorata*), palo balsa (*Ochroma pyramidale*), cetico (*Cecropia sp.*), pisonay (*Erythrina sp.*) cuyas copas son continuas y cubiertas por especies epífitas pertenecientes a las familias Araceae y Bromeliaceae, así como de diversidad de orquídeas (ParksWatch, 2003). El tercer estrato está formado por árboles que llegan hasta 20 m. y por árboles con plantas trepadoras, pocos géneros de palmeras como *Bactris sp.*, *Euterpe sp.*, matapalos, plantas que producen fibras como el tamshi; medicinales como sangre de grado; y abundantes helechos arbóreos. (ParksWatch, 2003; INRENA, 2008).El cuarto estrato presenta plantas leñosas, arbustos y hierbas con poca densidad, debido a la escasa luz que ingresa al sotobosque. Finalmente, el suelo está cubierto por hojarasca, humus y hongos, con bastante humedad y de un color negruzco por los procesos de descomposición que se llevan a cabo en él. (INRENA, 2008)

En las partes altas de las riberas de los ríos se observan matorrales con especies características, como la caña brava (*Ginerium sagittatum*), pájaro bobo (*Tessaria sp.*), cetico (*Cecropia sp.*), topa o palo balsa (*Ochroma sp.*), paca (*Guadua sp.*), bobinsana (*Calliandra sp.*). Las zonas bajas de los

ríos (playas) y llanos de inundación se caracterizan por una red de parches de hábitats sucesionales (INRENA, 2008; Terborgh, 1985).

2.6.2 Fauna

La Reserva Comunal presenta una alta diversidad de fauna, con altos rangos de dispersión y endemismo. Reportándose 53 especies de mamíferos, 213 especies de aves, 20 especies de reptiles, 9 especies de anfibios y 21 especies de peces. (ParksWatch, 2003).

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 MATERIAL BIOLÓGICO.

Muestras de Opiliones.

3.1.2 MATERIALES DE CAMPO.

Tubos de PVC

Cinta flagging

Linternas

GPS

Frascos

Libreta de campo

Etiquetas

Alcohol

Marcador

3.1.3 MATERIALES Y EQUIPOS DE GABINETE.

Alcohol

Viales 5 ml

Pinzas

Estiletes entomológicos

Placas Petri

Etiquetas

Claves dicotómicas de identificación.

Estereoscopio

Microscopio estereoscopio.

Ordenador portátil

3.2 MÉTODOLOGÍA

La presente investigación de tipo descriptivo se realizó en la Reserva Comunal Amarakaeri (RCA) del departamento de Madre de Dios, específicamente en el ámbito del PAD-A (Lote 76) que es una zona de influencia indirecta de exploración de hidrocarburos; entre un rango altitudinal de 869 a 1020 m entre los ríos Colorado y Dahuene.

3.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO.

El muestreo se realizó en Julio (16-23) del año 2015 y Julio (8-21) de 2016. Dentro del ámbito PAD-A (Lote 76) de la RCA. En el año 2014 se establecieron franjas concéntricas al PAD-A (Fig. 3) por el proyecto de monitoreo del *Smithsonian Conservation Biology Institute* (SCBI) con la finalidad de evaluar el impacto por la exploración de hidrocarburos. Para la colecta de Opiliones se usaron cinco franjas concéntricas a diferentes distancias del PAD-A: 50 m (Franja A), 150 m (Franja C), 200 m (Franja D), 500 m (Franja E) y 1000 m (Franja G).

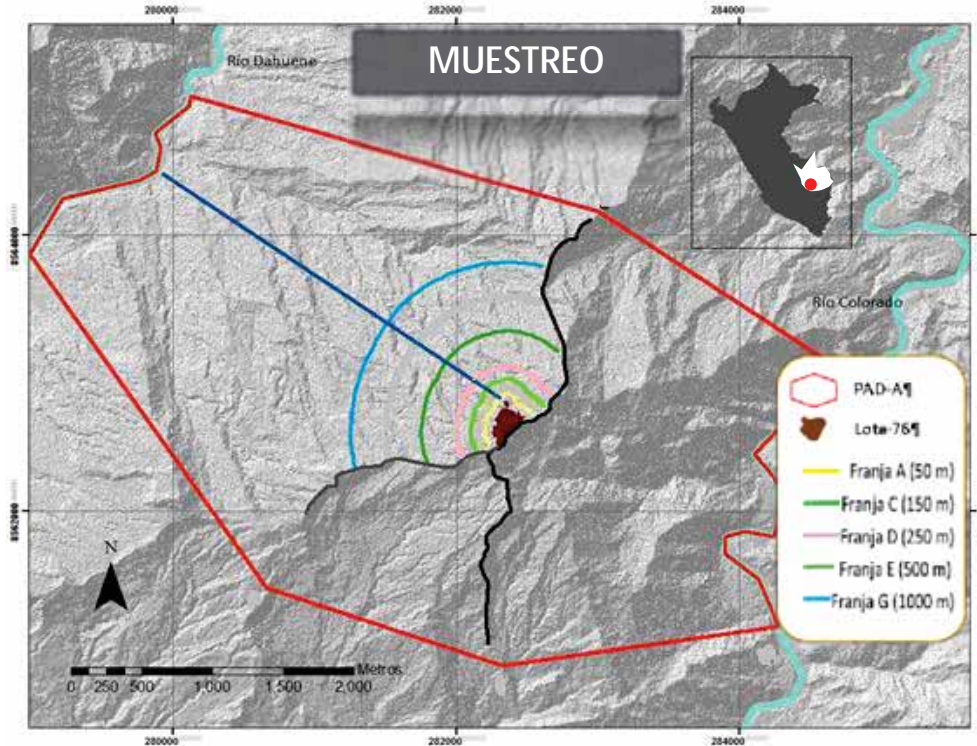


Figura 3: Mapa de ubicación del campamento PAD-A y área de muestreo (Smithsonian, 2014).

3.2.2 MUESTREO.

La metodología usada fue “muestreos de parcelas o cuadrantes” modificada (Rueda, Castro, & Cortez, 2006). Se instalaron 50 parcelas cuadrangulares (mínimo necesario que brindan datos suficientes para análisis estadísticos (Rueda et al., 2006)) de 40 x 10 m (Fig. 4). Cada vértice fue georreferenciado y poseía un tubo de PVC con la marca de vértice correspondiente. En cada franja concéntrica se instalaron 10 parcelas distanciadas cada 30m. Con un equipo de 4 personas se realizó búsquedas exhaustivas. Las parcelas fueron muestreadas en una secuencia aleatoria para minimizar los efectos de cambios temporales de corto plazo en la actividad de las especies. Este tipo de muestreo ha sido empleado con éxito en las selvas tropicales para determinar densidades, diversidad de especies y abundancias relativas.(Rueda et al., 2006)

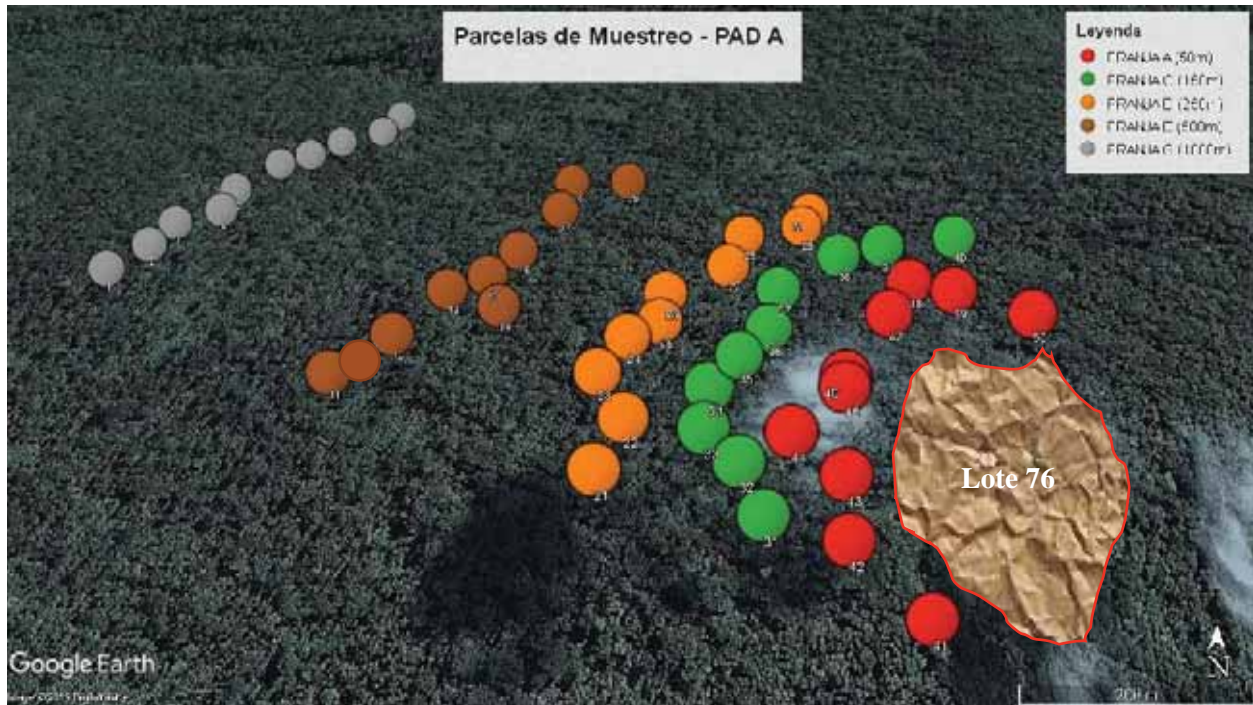


Figura 4: Mapa de ubicación de parcelas y área de muestreo.

3.2.3 COLECTA DE MATERIAL BIOLÓGICO.

Para la colecta de Opiliones se realizaron búsquedas nocturnas con la ayuda de linternas con un esfuerzo acumulado de 120 minutos por parcela, fraccionando el tiempo, proporcional al número de personas dentro del sistema de trochas concéntricas. Se consideraron dos tipos de colectas: Por parcelas y libres (Rueda et al., 2006).

Muestreo por Parcelas: previamente, se ubicaban los vértices de la parcela, se iniciaba la búsqueda intensiva al oscurecer (aprox. 7:00 pm). Durante el proceso de búsqueda intensiva se consideró: remover ligeramente la hojarasca, una búsqueda visual intensa sobre toda estructura física y vegetal, menor a dos metros de altura. El muestreo finalizaba alrededor de la una o dos de la madrugada.

Colectas Libres: Durante el desplazamiento del campamento hacia las parcelas o viceversa, durante el desplazamiento entre las parcelas. Estas colectas se realizaban en el transcurso del muestreo por parcelas

Los especímenes encontrados se colectaron en frascos con alcohol al 70 % y etiquetados considerando: lugar, fecha, franja y número de parcela para su posterior determinación en el gabinete 224 de la escuela profesional de biología en la Facultad de Ciencias. Para las colectas libre se consideraba: Fecha y lugar referencial.

3.2.3.1 IDENTIFICACIÓN DE OPILIONES.

Los individuos colectados fueron identificados con claves dicotómicas consultando a (Pinto da Rocha, et al., 2007) y especialistas de la Universidad Nacional San Antonio abad del Cusco.

3.2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete *BiodiversityR* versión 2.7-2 (Kindt & Coe, 2005) es una interfaz gráfica de *R-Commander* (Team, 2016). También está basados en el paquete *vegan* versión 2.4-0 (Oksanen, 2016), usados para el análisis estadístico de biodiversidad y comunidades ecológicas (Kindt, 2016).

3.2.3.2.1 DIVERSIDAD ALFA (α)

Para comparar la riqueza de especies entre las diferentes franjas, se construyeron curvas de acumulación de especies para estimar el número de especies observadas para un determinado muestreo y con alguna medida de esfuerzo utilizado (Robert K., Chang, & Jing, 2005; Mauricio et al., 2004; Mao, Colwell, & Chang, 2005; Cultid et al., 2012; Colwell & Coddington, 1994). Con

un IC del 95% generado por cálculos analíticos realizados en EstimateS® version 9.1.0 (Colwell, 2013). Para extrapolar el *pool* de especies o del número de especies no observadas basadas en la abundancia y agregarlas a las curva de acumulación de especies observadas, se utilizó la función *specpool* del paquete *vegan*, con 100 permutaciones

Para la elección de estimadores de riqueza no-paramétricos se recomienda tener en cuenta tres aspectos (Cultid et al., 2012): tamaño de muestras, grado de agregación de las especies y abundancia o incidencia de las especies. Empleamos los siguientes índices de riqueza: *ACE*, *Chao 1*, *Jackknife* de primer orden, *Jackknife* de segundo orden y *Bootstrap*. Estos índices no paramétricos estiman el número de especies que faltan por coleccionar, basándose en la cuantificación de la rareza de las especies coleccionadas (Toti, Coyle, & Miller, 2000).

Las abundancias se muestran como cuadrados de caja que indican la mediana, cuartiles inferior y superior, mínimo y máximo, y valores atípicos. Los análisis se realizaron en **R** (Team, 2016)

3.2.3.2.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD.

Después de caracterizar el ensamblaje de Opiliones en términos de su riqueza y abundancia, se utilizó los índices de diversidad basados en el trabajo de Jost (2006) (cuadro: 02). Este ajuste permite obtener a partir del índice, un valor de diversidad en términos de la cantidad efectiva de especies o **“diversidad verdadera” en el sentido de Jost**. En comparación a los índices no paramétricos de diversidad como *Shannon-Wiener*, derivan de la teoría de la información y no posee unidades biológicas interpretables. Además, que son medidas de entropía o incertidumbre que mide probabilísticamente dos individuos de una misma muestra que pertenezcan a la misma

especie, pero no mide la diversidad en un sentido intuitivo, consistente y comparable (Magurran, 2004; Moreno, Barragán, Pineda, & Pavón, 2011)

Para poder determinar la diversidad verdadera (qD), se tomó como referencia la ecuación 1, ecuación derivada de los índices de diversidad que se utilizan con frecuencia, la cual ha sido modificada (Ecuación 2) (Jost, 2006)

$$X = \sum_{i=1}^S p_i^q \quad \dots \text{ Ecuación 1}$$

$${}^qD = \left(\sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{\frac{1}{1-q}} \dots \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

X = valor de un índice determinado

p = abundancia relativa de la especie i

S = especies que se integran a la comunidad

q = orden de la diversidad

El componente (q) unifica los diferentes índices derivados de la serie de Hill. Es decir indica el grado de sensibilidad del índice con respecto a especies raras o comunes, cuando q=0 determina el valor de la riqueza de especies siendo sensible a la abundancia de las especies, cuando q>1 los valores del índice son sensibles a las especies comunes, si q<1 los valores del índice son sensibles a las especies raras y cuando q=1 las especies toman un peso exactamente proporcional a su abundancia en la comunidad (Hill, 1973)

Index x:	Diversity in terms of x:	Diversity in terms of p _i :
Species richness $x \equiv \sum_{i=1}^s p_i^0$	x	$\sum_{i=1}^s p_i^0$
Shannon entropy $x \equiv -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	exp(x)	$\exp\left(-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right)$
Simpson concentration $x \equiv \sum_{i=1}^s p_i^2$	1/x	$1/\sum_{i=1}^s p_i^2$
Gini-Simpson index $x \equiv 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$	1/(1-x)	$1/\sum_{i=1}^s p_i^2$
HCDT entropy $x \equiv \left(1 - \sum_{i=1}^s p_i^q\right)/(q-1)$	$[(1 - (q-1)x)]^{1/(1-q)}$	$\left(\sum_{i=1}^s p_i^q\right)^{1/(1-q)}$
Renyi entropy $x \equiv \left(-\ln \sum_{i=1}^s p_i^q\right)/(q-1)$	exp(x)	$\left(\sum_{i=1}^s p_i^q\right)^{1/(1-q)}$

Figura 5: tabla de conversiones de índices comunes a diversidad verdadera. Tomado de (Jost, 2006)

3.2.3.2.3 DIVERSIDAD BETA (β)

La diversidad beta mide el recambio entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidades o paisaje (Cultid et al., 2012; Halffter & Moreno, 2005). Este recambio puede ocurrir en el espacio cuando los muestreos se realizan en lugares diferentes en un mismo tiempo, o el recambio puede ocurrir en el tiempo cuando el muestreo se realiza en el mismo lugar en tiempos diferentes (Halffter & Moreno, 2005). Este recambio no puede ser medido de forma directa por lo cual es necesario utilizar la diversidad puntual y la diversidad regional o gamma, se puede realizar de tres maneras (Cultid et al., 2012): 1) **Aproximación directa**, considera a la diversidad beta como el número de especies que no se encuentra en un punto con referencia al número total de especies o diversidad gamma, 2) **Medidas de Continuidad**, son sensibles a los cambios en número de especies comunes en dos sitios comparados, mas no cuantifica la magnitud de las especies pérdidas o ganadas. 3) **Mediciones de perdida – ganancia**, depende del número de especies comunes a los puntos de comparación, consideradas como medidas de reemplazo en un “sentido estricto” (Cultid et al., 2012)

3.2.3.2.4 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN

Se describió y comparó de manera gráfica la estructura de ensamblaje de Opiliones usando las curvas de abundancia relativa o curvas de rango abundancia. Al igual que se usaron índices de equidad como: *Pielou* (muestras de igual tamaño) y de *Buzas-Gibson* (muestras de diferente tamaño) porque el primer año (2015) no se muestrearon el total de parcelas y el año 2016, si se pudo, de esa manera podemos comparar si los valores de ambos índices arrojaran resultados similares. También se usó el índice de *Berger-Parker* que nos muestra la dominancia. La finalidad de usar estos índices es para contrastar de manera cuantitativa con la gráfica de rango abundancia.

Para la visualización de la asociación espacial se usó *MNDS* (Escalonamiento Multidimensional no Paramétrico), muy usada para examinar gradientes basándose en los valores del índice de *Bray – Curtis* (Quinn & Keough, 2002)

Para examinar la similitud de composición entre las franjas en la RCA, se transformaron los datos usando $\log(x + 1)$, calculándose las disimilitudes de *Bray-Curtis* basadas en la abundancia por pares. Posteriormente, se analizó la matriz de disimilitud usando el escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) utilizando el paquete *ecodist* versión 1.2.2 (Goslee & Urban, 2007) en R (Team, 2016).

Para establecer el grado de significancia estadística de la similitud-disimilitud (índice de *Bray – Curtis*) entre franjas y dentro de ellas, se usó un análisis de similitud o *ANOSIM* que básicamente explica si las diferencias son más importantes entre las franjas o dentro de ellas. También se usó *SIMPER* permitiendo evaluar cuantitativamente el aporte porcentual de las especies a los valores de similitud o disimilitud de *Bray – Curtis* (Clarke, 1993; Quinn & Keough, 2002)

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS.

4.1.1 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA.

En el total de parcelas, se colectaron 446 Opiliones. Distribuidos en 2 subórdenes (Eupnoi, Laniatores) con 10 familias (Agoristenidae, Biantidae, Cosmetidae, Cranidae, Gonyleptidae, Metasarcidae, Manosbiidae, Sclerosomatidae, Stygnidae, Zalmoxidae) y 30 morfoespecies en total. Para el caso de Subfamilia y género se llegaron a determinar 11 y 8 respectivamente (Tabla 2)

SUBORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	GENERO	MORFOESPECIE
Laniatores	Cranaidae	Cranainae	<i>Aguaytiella</i>	<i>Aguaytiella sp. 1</i>
Laniatores	Gonyleptidae	Ampycinae		<i>Ampycinae sp. 1</i>
Laniatores	Agoristenidae		<i>Avima</i>	<i>Avima sp. 1</i>
Laniatores	Agoristenidae		<i>Avima</i>	<i>Avima sp. 2</i>
Laniatores	Biantidae			<i>Biantidae sp. 1</i>
Laniatores	Cosmetidae			<i>Cosmetidae sp. 1</i>
Laniatores	Cosmetidae			<i>Cosmetidae sp. 2</i>
Laniatores	Cosmetidae			<i>Cosmetidae sp. 3</i>
Eupnoi	Sclerosomatidae	Gagrellinae		<i>Gagrellinae sp. 1</i>
Eupnoi	Sclerosomatidae	Leiobuninae		<i>Leiobuninae sp. 1</i>
Eupnoi	Sclerosomatidae	Leiobuninae		<i>Leiobuninae sp. 2</i>
Eupnoi	Sclerosomatidae	Leiobuninae		<i>Leiobuninae sp. 3</i>
Laniatores	Manaosbiidae			<i>Manaosbiidae sp. 1</i>
Laniatores	Metasarcidae	Metasarcinae	<i>Metasarcus</i>	<i>Metasarcus sp. 1</i>
Laniatores	Gonyleptidae	Pachylinae		<i>Pachylinae sp. 1</i>
Laniatores	Gonyleptidae	Pachylinae		<i>Pachylinae sp. 2</i>
Laniatores	Gonyleptidae	Pachylinae		<i>Pachylinae sp. 3</i>
Laniatores	Sclerosomatidae	Sclerosomatinae	<i>Prionostemma</i>	<i>Prionostemma sp. 1</i>
Laniatores	Stygnidae	Stygninae	<i>Protimesius</i>	<i>Protimesius sp. 1</i>
Laniatores	Cosmetidae	Discosomaticinae	<i>Protus</i>	<i>Protus sp. 1</i>
Laniatores	Cosmetidae	Discosomaticinae	<i>Protus</i>	<i>Protus sp. 2</i>
Laniatores	Sclerosomatidae	Sclerosomatinae		<i>Sclerosomatinae sp. 1</i>
Eupnoi	Sclerosomatidae	Sclerosomatinae		<i>Sclerosomatinae sp. 2</i>
Eupnoi	Sclerosomatidae	Sclerosomatinae		<i>Sclerosomatinae sp. 3</i>
Laniatores	Cosmetidae	Heterostygninae	<i>Stygnoplus</i>	<i>Stygnoplus sp. 1</i>
Laniatores	Cosmetidae	Cosmetinae	<i>Taito</i>	<i>Taito sp. 1</i>
Laniatores	Cosmetidae	Cosmetinae	<i>Taito</i>	<i>Taito sp. 2</i>
Laniatores	Zalmoxidae			<i>Zalmoxidae sp. 1</i>
Laniatores	Zalmoxidae			<i>Zalmoxidae sp. 2</i>
Laniatores	Zalmoxidae			<i>Zalmoxidae sp. 3</i>

Tabla 2: Composición taxonómica de Opiliones de la RCA. Sub orden, Familia, Subfamilia, Género, Autor y morfoespecies de Opiliones del PAD-A en la Reserva Comunal Amaraeri.

Las familias Cranidae y Manosbiidae están representadas con 94 y 93 individuos respectivamente siendo las más abundantes con 19% seguida por Sclerosomatidae, Cosmetidae y Stygnidae con 16%, del total de individuos colectados por los dos tipos de muestreos.

De igual manera se representa la cantidad de Opiliones colectados por los diferentes métodos de captura (Libre y Parcela). Donde se observa que las familias más abundantes son Cranidae y Manaosbiidae con 19% para ambos casos y la menos abundante Biantidae con 1%. Ver tabla 03.

Familia	Libre	Parcelas	Total	Proporción Total
Agoristenidae		19	19	4%
Biantidae		5	5	1%
Cosmetidae	22	57	79	16%
Cranidae		94	94	19%
Gonyleptidae	8	20	28	6%
Manaosbiidae	3	90	93	19%
Metasarcidae	6	5	11	2%
Sclerosomatidae	8	74	82	16%
Stygnidae	4	74	78	15%
Zalmoxidae		8	8	2%
Total	51	446	497	100%

Tabla 3: Abundancia y porcentaje de abundancia total de opiliones para cada familia encontrada por diferentes tipos de muestreo

4.1.2 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y ESTIMADORES DE LA RIQUEZA DEL MUESTREO.

La estimación de la riqueza de especies utilizando el método de rarefacción para cada franja se presenta en la Tabla 4, de los estimadores propuestos para evaluar la eficiencia del muestreo; el estimador Jackknife de segundo orden (Jackknife2) muestra valores altos (38.88), seguido de Jackknife de primer orden (36.88). Según los estimadores Jackknife2, Jackknife1 y Bootstraps la franja **A** tiene la mayor riqueza, sin embargo la franja **E** posee la mayor riqueza según el estimador Chao1 y ACE; en resumen se observan una buena eficiencia del muestreo. Las diferentes curvas de acumulación se muestran en el gráfico 2. El gráfico 2A, muestra la curva de acumulación para las 50 parcelas apreciando que la acumulación tiende a una asíntota, de igual manera también es

reflejada por la curva de acumulación por individuos (gráfico.2B). Cuando se analiza el gráfico 2C, que refleja la curva de acumulación de especies por tamaño de muestra, se observa una aparente afinidad en tres grupos, las franjas A y E comienzan con una similar acumulación, mostrando la franja E un crecimiento exponencial aparente con mayor riqueza y tamaño de muestra con respecto que A que comienza asíntotar su acumulación, observándose mayor diversidad en ambas franjas. Estas dos franjas (A y E) están por encima que las Franjas C y D, que es una dupla similar a la anterior. Las franja C y D al inicio de la acumulación son más similares que A y E. Aun así se observa diferencias en riqueza y más aún en tamaño de muestra, estas dos franja y las anteriores se encuentran por muy encima de la franja G que a pesar de tener menor riqueza y un tamaño de muestra muy inferior que las demás, es una de las franjas que comienza asíntotar de mejor manera.

		Franjas (m)					
		A(50)	C (150)	D(250)	E(500)	G(1000)	Total
Estimadores	Especies Observadas	20	15	17	22	12	30
	Chao 1	24.5 ± 3.66	20.2 ± 4.33	18.67 ± 2.2	29.2 ± 6.43	14.5 ± 3.15	45.53 ± 7
	ACE	27.89± 3.07	23.31	21.82 ± 2.12	32.19 ± 2.87	17.19 ± 2.19	
	Jackknife1	30.1± 3.04	27.3 ± 2.21	22.4 ± 2.58	22.3 ± 3.3	16.5 ± 2.42	36.88 ± 2.78
	jackknife2	34.46	27.92 ± 3.04	23.64	25.06	18.37	38.88
	Bootstraps	25.63 ± 2.05	24.31 ± 1.81	19.71± 1.57	18.91± 2.06	14.12 ± 1.41	33.91 ± 1.61

Tabla 4: Estimación no paramétrica de la riqueza de especies. Especies colectadas, especies calculadas y especies faltantes para cada franja y para el total del área muestreada, usando los estimadores de: ACE, Bootstraps, Chao1, Jackknife1 y Jackknife2.

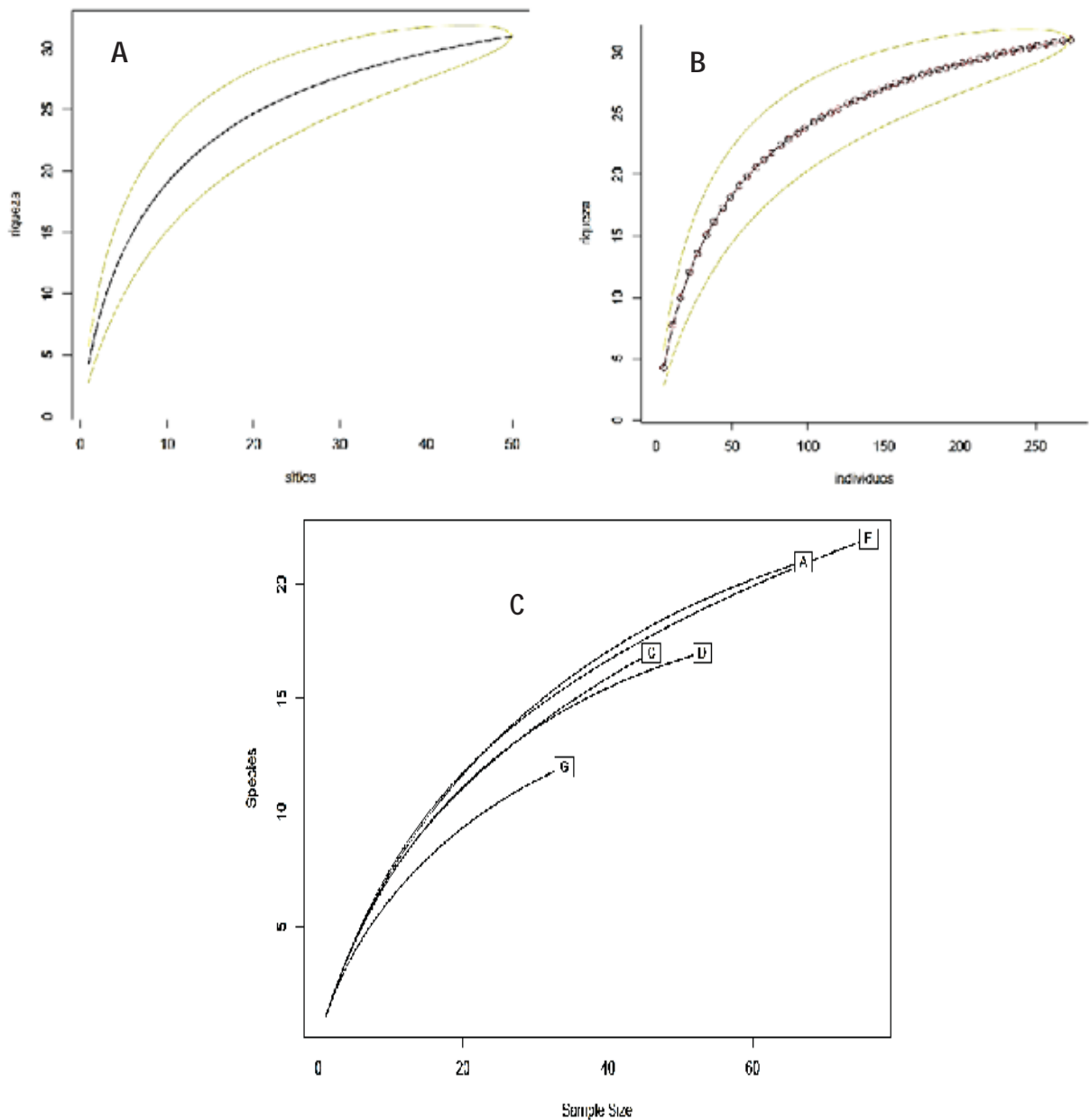


Gráfico 2: Curvas de Acumulación, método de rarefacción. A) Curva de acumulación según la unidad de muestreo (50 parcelas). B) Curva de acumulación según el número de individuos. C) Curva de acumulación por franjas (A, C, D, E y G) según el tamaño de muestra.

El gráfico 3, muestra los modelos generados para diferentes tamaños de muestras como el gráfico 3A, que es una extrapolación para las cinco franjas. De igual manera el gráfico 3B representa el modelo extrapolado de riqueza de las 50 parcelas. Ambos gráficos muestran intervalos de

confianza de 2.5% y 97.5% representando rangos mínimos y máximos de la riqueza del modelo extrapolado para cada estimador. Se observa que la desviación estándar en el gráfico 3A, es muy variada con los estimados *Chao*, *Jackknife1* y *Jackknife2*. Para el modelo de extrapolación de las cinco franjas la desviación estándar es muy variado para el estimador de *Chao* y más estable para *Jackknife1* y *Bootstrap* (Gráfico 3B).

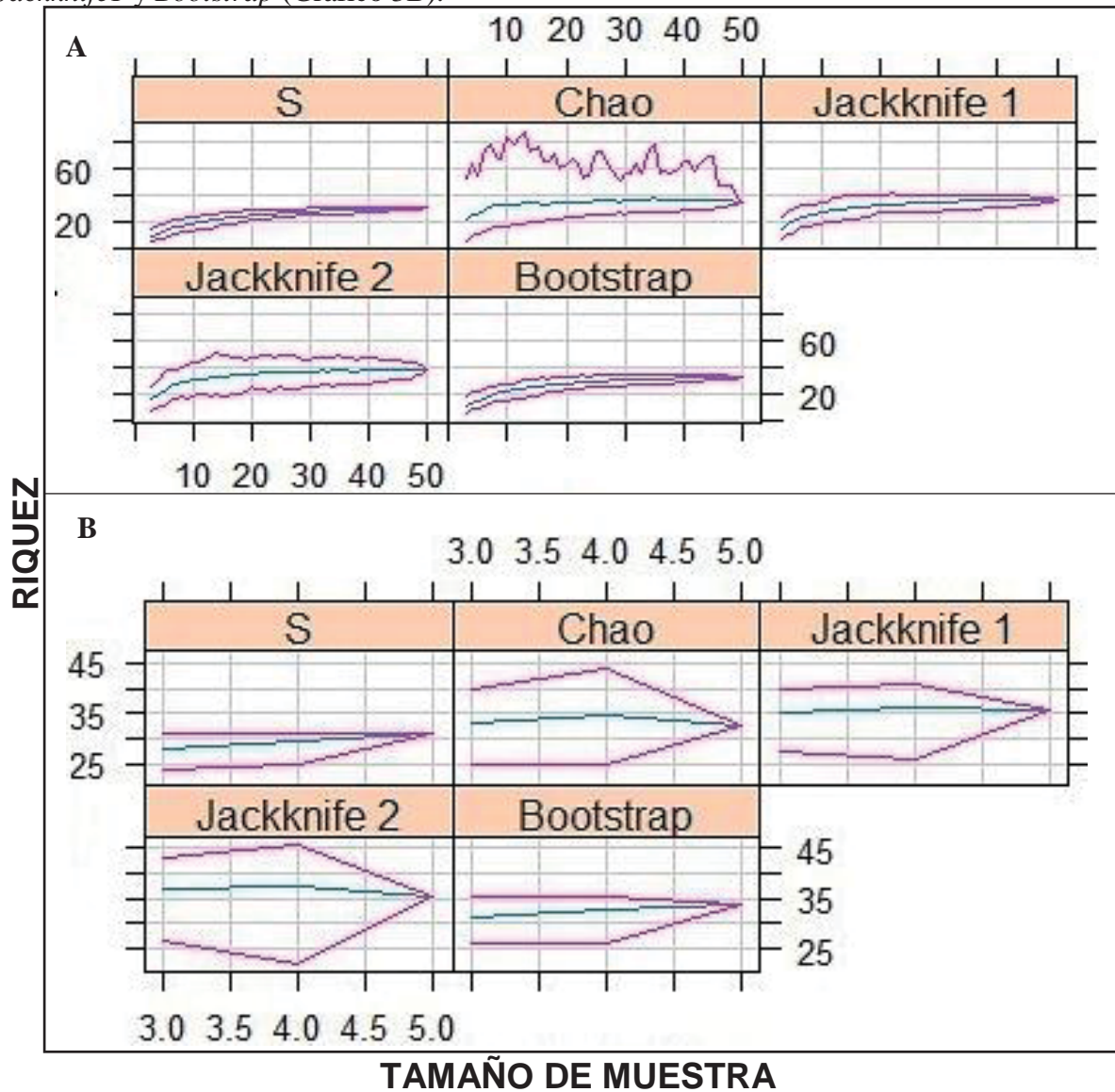


Gráfico 3: Modelo de extrapolación de la riqueza. A) Extrapolación con cinco franjas. B) Extrapolación con cincuenta parcelas.

Agrupando los modelos de los diferentes estimadores (Gráfico 4) el estimador *Bootstrap* se asemeja a la riqueza observada y los estimadores *Jackknife* de primer y segundo orden son más afines en su extrapolación. *Chao* tiene un comportamiento muy dinámico. En general el modelo de todos los estimadores llega a asintotar con valores muy cercanos a la riqueza observada demostrando la efectividad del muestreo.

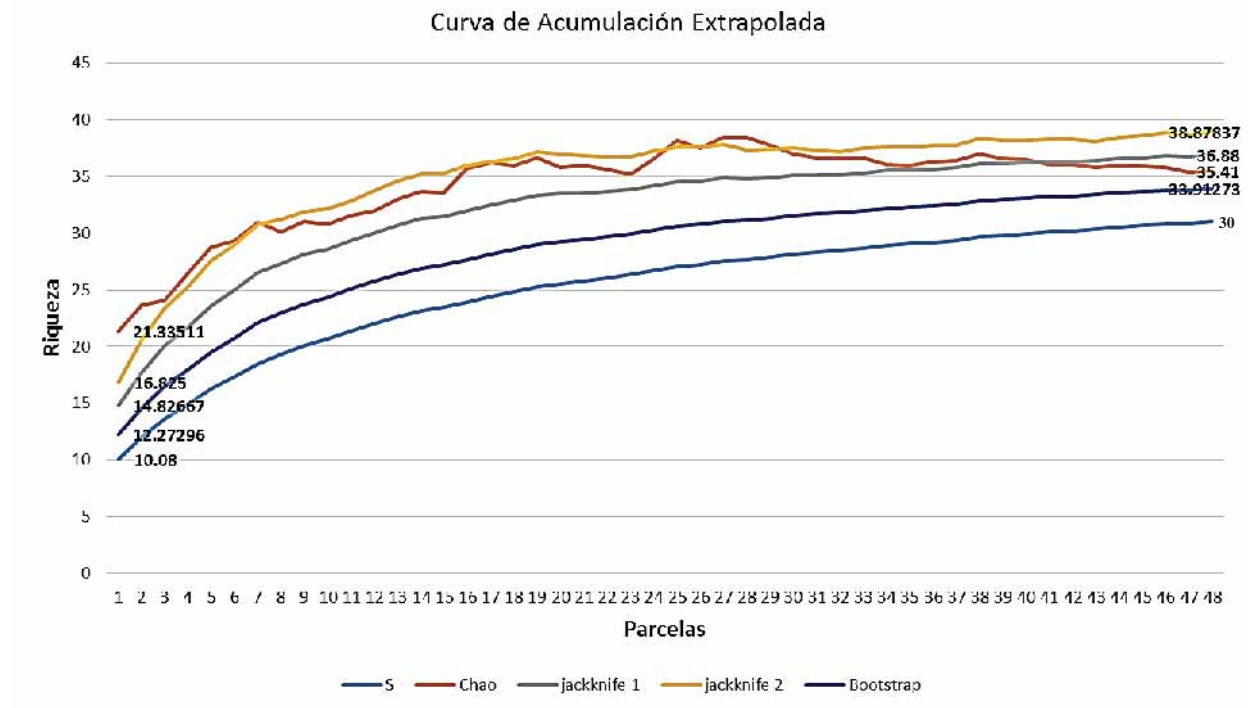


Gráfico 4: Modelo de extrapolación según los estimadores propuestos. Línea celeste riqueza observada (S), línea naranja estimador *Chao*, línea ploma estimador *Jackknife* de primer orden (*Jackknife* 1), línea amarilla estimador *Jackknife* de segundo orden (*Jackknife* 2) y línea azul estimador *Bootstrap*.

4.1.3 COMPARACIÓN ESPACIAL DE LOS ENSAMBLES DE OPILIONES ENCONTRADOS.

En la tabla 7 el mayor número de especies se encontró en las franjas **E** (500 m) y **A** (50 m) con 22 y 20 morfoespecies respectivamente y en la franja **G** (1000 m) se encontró el menor número de morfoespecies (12). En la tabla 5 se muestra la distribución de la abundancia del número de morfoespecies comunes entre franjas. En la primera columna las franjas **A-C** son las que tienen el mayor número de morfoespecies (13), compartiendo el 60.87 % de especies en común (*Aguaytiella sp. 1*, *Avima sp. 1*, *Cosmetidae sp. 2*, *Cosmetidae sp. 3*, *Leiobuninae sp. 2*, *Manaosbiidae sp. 1*, *Pachylinae sp. 1*, *Prionostemma sp. 1*, *Protus sp. 1*, *Sclerosomatinae sp. 2*, *Stygnoplus sp. 1*, *Taito sp. 1* y *Taito sp. 2*). El recambio de morfoespecies entre la franja **C-A** (morfoespecies propias de la franja **C** que no se encuentran en la franja **A**) es dos, que representa el 8.7% de la riqueza total de ambas franjas (*Biantidae sp. 1* y *Leiobuninae sp. 3*); el recambio de su complemento **A-C** es de, 6 morfoespecies (*Ampycinae sp. 1*, *Cosmetidae sp. 1*, *Leiobuninae sp. 1*, *Protimesius sp. 1*, *Zalmoxidae sp. 1* y *Zalmoxidae sp. 2*) con una proporción de 30.4%. El recambio de morfoespecies entre la franja **A** y **C** es de 8 morfoespecies con 13 morfoespecies en común. En resumen 39.13% es la proporción de recambio y 60.87% la proporción de morfoespecies en común entre las franjas **A** y **C**; donde la proporción de morfoespecies en común es mayor que la proporción de recambio de morfoespecies. De esa manera para cada franja se puede saber el recambio y morfoespecies comunes. Si sumamos las cantidades de cada fila podemos obtener el total de morfoespecies así como las proporciones, en la última columna se puede verificar proporción total entre franjas.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS ENSAMBLES DE OPILIONES.									
MORFOESPECIES EN COMUN			MORFOESPECIES PROPIAS DE UNA FRANJA						
FRANJAS	CANT. Comun	(%)	FRANJAS	CANT. Recambio	(%)	FRANJAS	CANT. Recambio	(%)	(%) TOTAL
A-C	13	60.87	C-A	2	8.7	A-C	6	30.4	1
A-D	13	52	D-A	4	16	A-D	8	32	1
A-E	13	43.33	E-A	9	30	A-E	8	26.7	1
A-G	11	50	G-A	1	4.55	A-G	10	45.5	1
C-D	10	43.48	D-C	7	30.4	C-D	6	26.1	1
C-E	11	40.74	E-C	11	40.7	E-C	5	18.5	1
C-G	7	33.33	G-C	5	23.8	G-C	9	42.9	1
D-E	13	50	E-D	9	34.6	E-D	4	15.4	1
D-G	8	38.1	G-D	4	19.1	G-D	9	42.9	1
E-G	10	41.67	G-E	2	8.33	E-G	12	50	1

Tabla 5: Distribución de las morfoespecies entre las diferentes franjas, cantidad y proporción de morfoespecies en común entre franjas y morfoespecies propias de una franja.

El gráfico 5 muestra dispersión de puntos de la distribución espacial de los ensambles de Opiliones. Se observa que la diversidad beta de la comunidad de Opiliones de la Reserva Comunal Amaraakaeri está influenciada por las morfoespecies en común entre las diferentes franjas, ya que en el grafico ternario se observa que la distribución posee cierta tendencia hacia el componente a' (morfoespecies en común), es decir, el grafico muestra cualitativamente que la diversidad beta de la comunidad de Opiliones en la RCA esta explicada por su similitud.

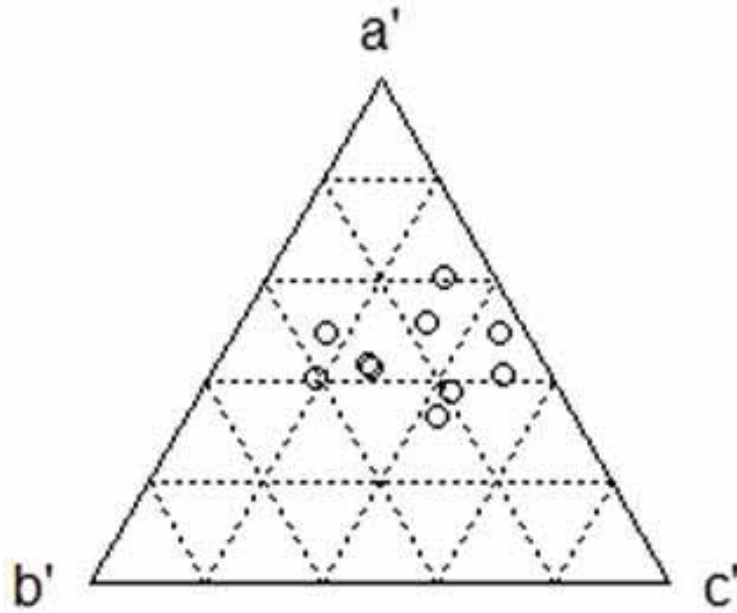


Gráfico 5: Gráfico ternario de dispersión de la abundancia con los componentes de la diversidad beta componentes: **a'** (Morfoespecies en común), **b'** (Morfoespecies propias de una franja) y **c'** (Morfoespecies propias de una franja, complemento del componente b').

Al computar el método de escalonamiento multidimensional no métrico (*NMDS*) empleando el índice de *Bray-Curtis* se observa que las franjas se agrupan así como los diferentes ensambles de Opiliones, es decir, no hay diferencias en la composición y abundancia de morfoespecies frente a las diferentes distancias de las franjas (Gráfico 6).

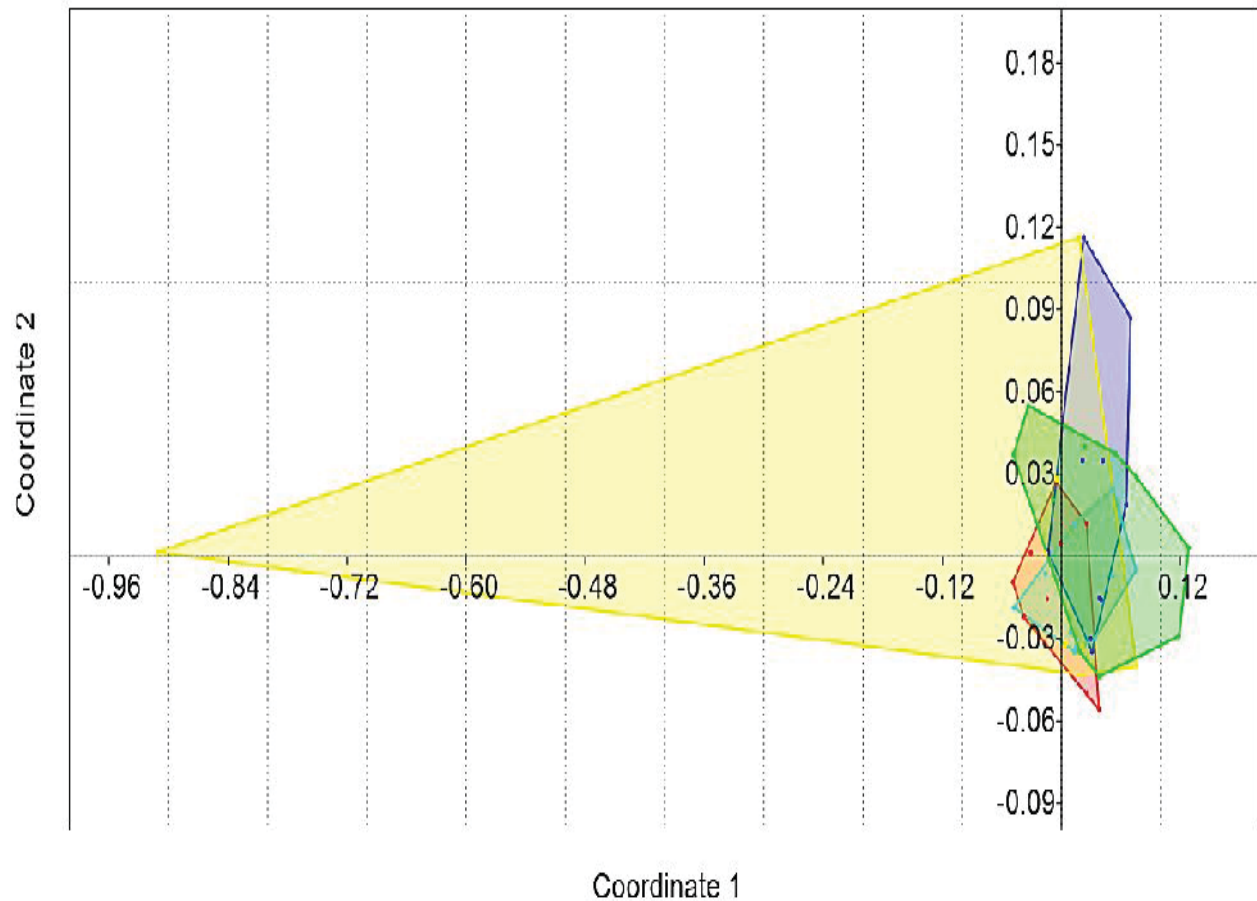


Gráfico 6: Método de escalonamiento multidimensional no métrico (*NMDS*) para la distribución de morfoespecies en las diferentes franja: A (verde), C (amarillo), D (celeste), E (azul) y G (rojo)

El análisis de similitud (ANOSIM) refuerza los resultados obtenidos por la representación gráfica del NMDS. Al calcular ANOSIM (999 permutaciones) con el índice de Bray-Curtis se obtuvo un estadístico $R = -0.0013$ ($p < 0.519$) grafico 7. Esto implica que no se encuentra diferencias significativas en la composición y abundancia de Opiliones en todas las franjas. Es decir, las cinco franjas a diferentes distancias poseen aproximadamente 70% de similaridad (Tabla 6).

El gráfico de cajas o boxplot muestra que no hay diferencias respecto a las medias de la similaridad de las abundancias y las diferentes distancias, Todas las franjas aportan en gran medida a la

similaridad observando que las franjas A y C poseen datos dispersos con respecto a las demás franjas (Gráfico 7).

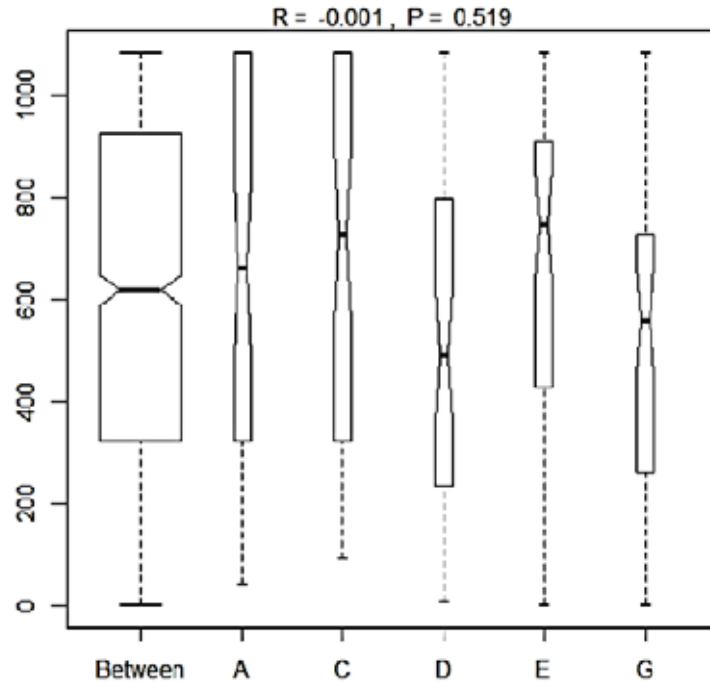


Gráfico 7: Gráfico de cajas del análisis de similitud (ANOSIM).

En la tabla 6 se observa el análisis SIMPER (porcentaje de similitud) realizado para cuantificar la contribución de las morfoespecies a la similitud entre franjas. La mayor contribución a la similitud entre franjas se debe a la morfoespecie *Aguaytiella sp. 1*, fue una de las morfoespecies con mayor presencia en todas las franjas, se las encontró en gran parte dentro de pacas (*Guada sp*) en descomposición. El 70.06% de similitud entre la franja **A** y **C** está influenciada por 7 morfoespecies, así de igual manera comparando los demás pares de franja. Para llegar a obtener más del 70% de similitud es necesario 6 morfoespecies en el caso de las franjas: **C-D**, **C-G**, **D-G**; 7 morfoespecies en las franjas: **A-C**, **A-D**, **A-G**, **E-G** y entre las franjas: **A-E**, **C-E**, **D-E** correspondería 8 morfoespecies.

Porcentaje de Contribución de morfoespecies más influyentes (%)										
	A_C	A_D	A_E	A_G	C_D	C_E	C_G	D_E	D_G	E_G
<i>Aguaytiella sp. 1</i>	20.72	19.14	18.71	21.44	16.32	14.38	16.87	14.57	17.66	15.32
<i>Stygnoplus sp. 1</i>	13.35	14.58	11.59	13.67	15.16	10.45	12.68	12.37	16.09	10.98
<i>Manaosbiidae sp. 1</i>	13.19	14.46	12.33	16.87	17.28	16.23	22.56	16.36	18.36	20.19
<i>Taito sp. 1</i>	7.52	7.00	5.99	5.01	9.74	8.81	10.73	7.66	8.89	7.62
<i>Taito sp. 2</i>	6.31	4.88	5.56	6.24	-	-	-	-	-	-
<i>Pachylinae sp. 1</i>	4.81	-	-	4.45	-	-	6.80	-	3.32	-
<i>Leiobuninae sp. 2</i>	4.16	6.58	-	5.23	6.89	-	-	6.90	7.85	-
<i>Leiobuninae sp. 1</i>	-	-	5.43	-	-	4.83	-	4.97	-	5.80
<i>Prionostemma sp. 1</i>	-	-	5.24	-	-	6.58	-	4.89	-	6.48
<i>Protimesius sp. 1</i>	-	-	5.79	-	-	4.92	-	5.81	-	5.60
TOTAL	70.06	70.16	70.65	72.90	70.76	70.17	73.37	73.52	72.17	72.00

Tabla 6: Resultados del análisis SIMPER de las morfoespecies que contribuyen a la similitud entre franjas.

4.1.4 MEDIDAS DE DIVERSIDAD.

En la tabla 7 y gráfico 8, se presenta los resultados correspondientes a las diferentes franjas según la riqueza, abundancia y la diversidad. Los valores de riqueza (12) y abundancia (53) separan claramente a la franja G (1000 m). Sin embargo, franjas como A (20 morfoespecies y 118 individuos) y E (22 morfoespecies y 122 individuos) tienen valores muy similares a pesar de estar 500 m separados. La franja E, D son las más diversas con valores de 2.503 y 2.409 respectivamente. La diversidad para la zona de estudio según Shannon es 2.57 nats, al convertirlo en $\exp(H')$ tendríamos una diversidad verdadera en el sentido de Jost ${}^1D = 13.68$ especies

efectivas. Es decir la diversidad de Opiliones del PAD-A es igual a la diversidad que tendría una comunidad con 13.68 especies

Observando los valores para la equidad se usaron dos índices. El índice de *Pielou* usado comúnmente para ver equidad en muestras de igual tamaño, se observa que es alto para las franjas D y C con valores de 0.85 y 0.82 respectivamente. Y según el índice de Buza-Gibson (para tamaño de muestras diferentes) las mismas franjas (D, C) tienen valores de 0.65 y 0.62 respectivamente, con el uso de ambos índices la proporción de equidad no varía. En cambio la franja G según los índices de Pielou y Buza-Gibson reportan valores de 0.78 y 0.57 respectivamente. Lo contrario se observa en la dominancia con el índice de Berger-Parker, siendo la franja G la que posee mayor dominancia (0.42).

Distancia (m)	Franja	Riqueza	Abun.	Shannon	Inversa Simpson	Pielou	Buzas-Gibson	Berger-Parker
50	A	20	118	2.34	6.405	0.7892	0.5319	0.3305
150	C	15	67	2.23	7.025	0.8233	0.6197	0.2388
250	D	17	86	2.41	8.127	0.8504	0.6546	0.2326
500	E	22	122	2.50	8.196	0.8098	0.5556	0.2541
1000	G	12	53	1.93	4.424	0.7749	0.5716	0.4151

Tabla 7: Valores de la riqueza, abundancia, diversidad de Shannon y la Inversa de Simpson, equidad (índice de Pielou e índice de Buzas-Gibson) y valores de la dominancia (Berger-Parker).

La diversidad también se puede observar de manera gráfica, (Gráfico 8) Mediante la relación del índice de Shannon y la inversa de Simpson dándole mayor peso a las especies dominantes, es decir, se observa que las franjas E y D son las de mayor diversidad

Relación Shanon e Inv. Simpson

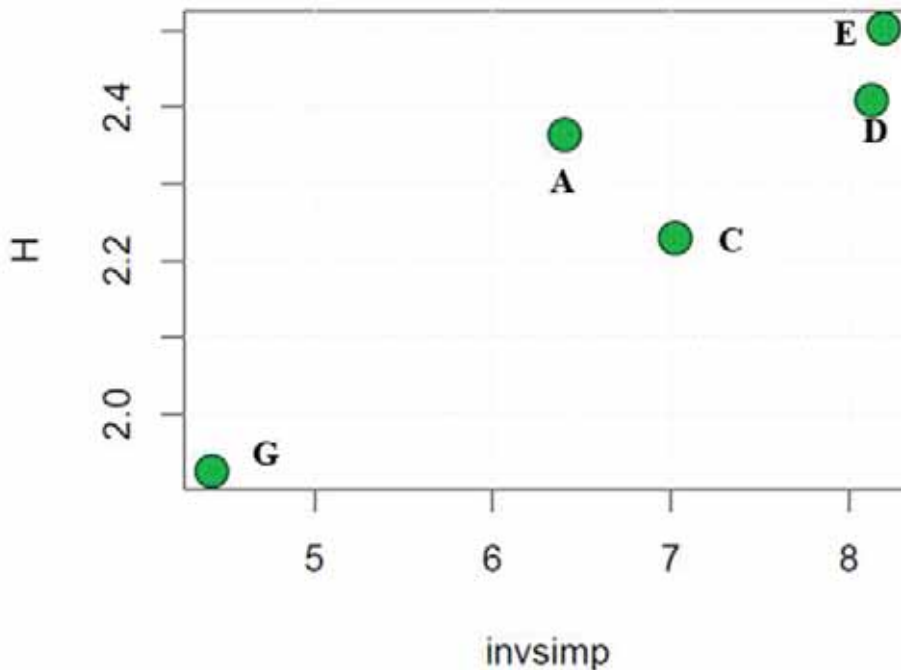


Gráfico 8: relación del índice de Shannon y la Inversa de Simpson para las cinco franjas muestreadas.

En el gráfico 9, se muestra el rango de abundancia para cada franja. El eje de las abscisas corresponde al orden de las morfoespecies según su abundancia y el eje de las coordenadas al número de individuos (riqueza). Por lo tanto las franjas **D** y **G** tienen como morfoespecie *Manaosbiidae sp. 1*, como la más abundante, se encontró dentro de hojarasca y son muy difíciles de detectar por su coloración pardusca. Para las franjas: **A**, **C** y **E** (Tabla 7) la morfoespecie (*Aguaytiella sp. 1*) es la más abundante.

Además se observa que la franja **G** es la que presenta mayor dominancia a diferencia de las franjas restantes mostrando una fuerte pendiente en la distribución de los datos. Por el contrario las gráficas restantes muestran una distribución más homogénea observándose una distribución de

logaritmo normal. Reforzando así, los valores de equidad de la tabla 7. Observándose en las demás franjas equitatividad en la comunidad de Opiliones de la RCA.

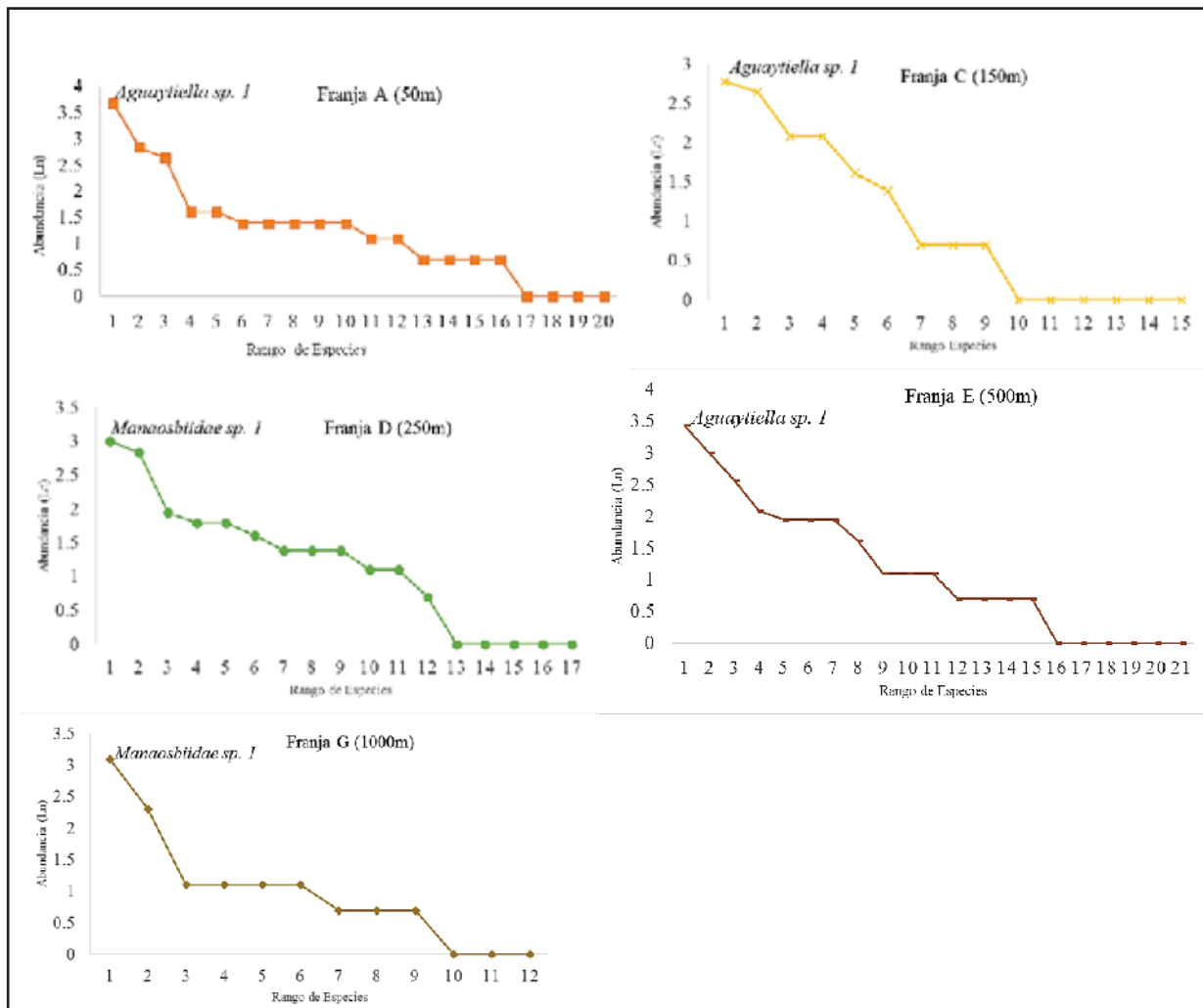


Gráfico 9: Gráfico de rango abundancia para todas las franjas

4.2 DISCUSIÓN.

4.2.1 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.

Las determinaciones se llegaron a un nivel de familia y algunas de género. Usando morfotipos ya que no se cuenta con información taxonómica actualizada. La sistemática de Opiliones actualmente, en especial de grupos y/o familias neotropicales es muy confusa, por tal razón no se dispone de bibliografía actualizada en muchos de los grupos colectados en el presente trabajo se identificaron 30 morfoespecies.

4.2.2 DETERMINACION DE ESFUERZO DE MUESTREO Y DIVERSIDAD ALFA.

Se colecto 497 individuos de Opiliones y se determinó 30 morfoespecies, dentro de 50 parcelas de 400 m² durante 22 días. En muestreos realizados en el Parque Nacional *da Serra Dos Órgãos*, Brasil dentro de 59 parcelas de 300 m² durante un mes, se colectaron 36 especies y 771 individuos de Opiliones (Bragagnolo & Pinto-da-Rocha, 2003). Un estudio de diversidad de Opiliones en el Parque da Onça Parda al sureste de Brasil, que es una de las zonas más diversas de la mata atlántica se muestreo 64 parcelas de 300 m² colectando 1767 individuos e identificaron 27 especies (Resende, Pinto-da-Rocha, & Bragagnolo, 2012). Ambos muestreos realizados en Brasil son de parcelas más pequeñas (300 m²) y en mayor cantidad observándose un mejor rendimiento en cuanto a riqueza y abundancia. Sin embargo un factor determinante es la experticia colectando, a pesar de ello en la RCA se obtuvo una gran diversidad ya que cerca de la zona de estudio se encuentra Quincemil, donde se detectaron áreas de *hostpot* en la vertiente Este.

Las franjas que poseen mayor riqueza son **A** y **E** y una riqueza baja es **G**. Esto se podría deber al número de parcelas muestreas en el 2015, solo 36 parcelas de las 50 fueron muestreadas, el número

de parcelas que no fueron muestreadas son: Franja **C**=5, Franja **D**=2, Franja **E**=3, Franja **G**=4. Siendo las franjas **C** y **G** con mayor número de parcelas no muestreas, afectando a la riqueza y abundancia en ambas franjas. En el 2016 todas las parcelas fueron muestreadas. Cabe resaltar que el esfuerzo de muestreo fue el mismo para todas las parcelas (120 minutos),

Los valores de estimadores de riqueza son muy próximos a la de la riqueza total observada pudiendo demostrar un buen desempeño del muestreo. Más no así, del análisis por franjas. Es decir las cinco franjas independientes no reflejan un buen desempeño en el muestreo seguramente por el tamaño muestral y la experticia. La experticia de los colectores es sin duda un factor importante (Bragagnolo & Pinto-da-rocha, 2003). Sin embargo a medida que transcurre los días de muestreo la experticia mejora.

4.2.3. DISTRIBUCION ESPACIAL Y RECAMBIO DE ESPECIES, DIVERSIDAD BETA

La franja **A**, es la que tiene la mayor proporción de ensambles comunes con todas las franjas. Esto es de esperar, ya que es una de las franjas con mayor riqueza. Poseen un 50% de morfoespecies comunes entre **A** y **G** que se encuentran separados aproximadamente 1000 m. Observando todos los valores de las morfoespecies en común, resalta que todas las franjas poseen alta proporción de morfoespecies en común, entre ellas. Las franjas **E** y **A** son las que tiene en mayor proporción de morfoespecies únicas entre todas las franjas. De igual manera se observa en el gráfico ternario, que la diversidad beta esta explicada por la proporción de morfoespecies comunes seguido de las morfoespecies únicas. Es decir la distancia entre franjas no es un factor determinante de la diversidad beta. A pesar que los opiliones poseen una capacidad de dispersión baja (Curtis y Machado, 2007).

No se consideró una caracterización de la vegetación y del hábitat, estos parámetros nos ayudarían a entender mejor tanto los resultados de diversidad como también algún efecto de perturbación.

Desde el punto de vista de perturbación por las operaciones en el PAD-A se puede observar, según los valores de diversidad de Shannon que no habría tal perturbación. Sin embargo, la elevada riqueza en la franja **A** (20 morfoespecies) ubicada a 50 m mostraría un efecto borde con respecto a las franjas **C** (15 morfoespecies) ubicada a 150 m y **D** (17 morfoespecies) ubicada a 250 m, algo similar se daría con la franja **E** (22 morfoespecies) ubicada a 500 m y la franja **G** (12 morfoespecies) ubicada a 1000 m. Serían los efectos de las operaciones industriales en el PAD-A, adicionalmente el trabajo del equipo de monitoreo.

El método de escala multidimensional no métrica refleja un agrupamiento de las franjas a diferentes distancias en función a las morfoespecies. Lo cual podemos corroborar con la comparación de ensambles, observándose que la mayor proporción de morfoespecies son comunes entre las cinco franjas. El análisis de similitud (ANOSIM) refuerza los resultados de NMDS demostrando que la composición de Opiliones a diferentes distancias es semejante entre sí. Se podría deber a que la comunidad de Opiliones muestreados se encuentran en su rango de distribución y aún nos falta entender su etología.

4.2.4. INDICES DE DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA.

La diversidad verdadera en el sentido de Jost es de ${}^1D = 13.68$ especies efectivas. Es decir la diversidad de Opiliones del PAD-A es igual a la diversidad que tendría una comunidad con 13.68 especies. Sin embargo debido a la ausencia de trabajos sobre diversidad de Opiliones para la zona de estudio y en nuestra región no se puede realizar una comparación eficaz entre los estimadores

de diversidad obtenida. Como es de esperar las franjas **E** (500m) y **A** (50m) son las más diversas ya que poseen la mayor riqueza y abundancia. Pueda deberse a la estructura vegetal similar

Las franjas **C** y **D** son las que tiene mayor equidad (0.82, 0.85) y menor dominancia esto también se muestra en las curvas de rango abundancia donde la abundancia y riqueza son más proporcionales, a pesar que la franjas **C** fue menos muestreada, resultando tener una riqueza y abundancia equitativa lo cual podría distorsionar los resultados, sin embargo, usando los índices de equidad tanto para muestras de igual tamaño y muestra de diferente tamaño se obtuvo los valores altos (0.82 y 0.62). Lo contrario se observa en la franja **G**, que tiene la mayor dominancia. Una causa puede ser la distancia a la que se encuentra (1000m) el doble de la franja **E** (500m)

4.3 CONCLUSIONES.

- 1 Se determinaron 30 morfoespecies distribuidas en dos SubOrdenes (Eupnoi y Laniatores), 10 Familias (Agoristenidae, Biantidae, Cosmetidae, Cranidae, Gonyleptidae, Manosbiidae, Metasarcidae, Sclerosomatidae, Stygnidae, Zalmoxidae)
- 2 Se muestreo 497 individuos de Opiliones, obteniendo una riqueza de 30 morfoespecies y según el índice de Shannon una diversidad de 2.75 *nats*.
- 3 Se encuentra una alta similitud (70%) entre la composición opiliológica entre las cinco franjas. No se encontró diferencias significativas en la composición y abundancia de la comunidad de Opiliones a diferentes distancias. Las morfoespecies dominantes fueron: *Aguaytiella sp. 1* y *Manosbiidae sp. 1* para todas franjas. Siendo *Aguaytiella sp. 1* la morfoespecie que comparten las cinco franjas.
- 4 Las curvas de rango abundancia muestra que la mayor dominancia se encuentra en la Franja **G**. La mayor diversidad en la franja **E** (2.5 *nats*), Según el índice de diversidad verdadera en el sentido de *Jost* (${}^1D = 13.68$ especies efectivas). Es decir la diversidad de Opiliones del PAD-A es igual a la diversidad que tendría una comunidad con 13.68 especies.

4.4 RECOMENDACIONES.

Identificar las morfoespecies de Opiliones para un mejor conocimiento de la diversidad de la Reserva Comunal Amaraeri.

Estandarizar los métodos de colección de Opiliones para una mejor comparación y conocer de mejor manera la diversidad de nuestra región.

Promover monitoreos en diferentes áreas de conservación con la finalidad de conocer historia natural de la Opiliofauna.

Incentivar el estudio de su taxonomía, ecología, etología, etc. Ya que es un grupo científicamente descuidado en nuestra región.

Incentivar y concientizar a la población para la conservación de Opiliones, ya que los confunden con arácnidos venenosos sin conocer los servicios ecosistémicos.

Capacitar al equipo de campo para las colectas.

Para entender mejor el recambio de especies tomar datos de estructura vegetal, temperatura y humedad a nivel de micro y macro hábitat.

BIBLIOGRAFÍA.

- Allard, C. M., & Yeargan, K. V. (2005). DIEL ACTIVITY PATTERNS AND MICROSPATIAL DISTRIBUTION OF THE HARVESTMAN PHALANGIUM OPILIO (OPILIONES , PHALANGIIDAE) IN SOYBEANS. *The Journal of Arachnology*, 33, 745–752.
- Almeida-Neto, M., Machado, G., Pinto-da-rocha, R., & Giaretta, A. A. (2006). Harvestman (Arachnida : Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients : an alternative rescue effect to explain Rapoport’s rule ? *Journal of Biogeography*, 33, 361–375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01389.x>
- Bragagnolo, C., & Pinto-da-rocha, R. (2003). Diversidade de Opiliões do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil (Arachnida: Opiliones). *Biota Neotropica*, III.
- Chamberlin, R. (1916). Results of the Yale Peruvian expedition of 1911. - The Arachnida. In *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* (pp. 175–199). Cambridge, Mass.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117–143.
- Cokendolpher, C., & Mitov, P. G. (2007). Natural Enemies. In R. Pinto-da-rocha, G. Machado, & G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones* (Harvard Un, pp. 339–373). Cambridge, Mass.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating Terrestrial Biodiversity Through Extrapolation. *Biological Sciences*, 345, 101–118.
- Coronel, R. (2015). *PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO Incasarcus Kury & Maury, 1998 (Metasarcidae, Opiliones) en el Departamento de Cusco*. Cusco, Perú.
- Cultid, C. A., Medina, C. A., Martínez, B., Escobar, A., Constantino, L. M., & Betancur, N. J. (2012). *Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico*. Villa Maria, Caldas - Colombia.
- Deichmann, J. L., Hernández-Serna, Delgado, J. A., Campos-Cerqueira, M., & Mitchell, A. T. (2017). Soundscape analysis and acoustic monitoring document impacts of natural gas exploration on biodiversity in a tropical forest. *Ecological Indicators*, 74(November 2016),

39–48. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.002>

Garwood, R. J., Dunlop, J. A., Giribet, G., & Sutton, M. D. (2013). *Opiliones fósiles. Los arácnidos actuales de origen más remoto* (¡Fundament).

Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (2004). *Biodiversity : An Introduction* (2nd ed.). Carlton, Australia: Blackwell Publishing. <https://doi.org/QH541.15.B56G37>

Giribet, G., & Boyer, S. L. (2002). A CLADISTIC ANALYSIS OF THE CYPHOPHTHALMID GENERA A CLADISTIC ANALYSIS OF THE CYPHOPHTHALMID. *The Journal of Arachnology*, 30, 110–128. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1636/0161-8202\(2002\)030\[0110:ACAOTC\]2.0.CO;2](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1636/0161-8202(2002)030[0110:ACAOTC]2.0.CO;2)

Giribet, G., Edgecombe, G. D., Wheeler, W. C., & Babbitt, C. (2002). Phylogeny and Systematic Position of Opiliones : A Combined Analysis of Chelicerate Relationships Using Morphological and Molecular Data. *Cladistics*, 18, 5–70. <https://doi.org/10.1006/clad.2001.0185>

Gnaspini, P., & Hara, M. R. (2007). Defense Mechanisms. In R. Pinto-da-rocha, G. Machado, & G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones* (pp. 374–399). Cambridge, Mass.: Harvard Un.

Goslee, S. C., & Urban, D. L. (2007). The ecodist Package for Dissimilarity-based Analysis of Ecological Data. *Journal of Statistical Software*, 22(7). Retrieved from <http://www.jstatsoft.org/>

Halfpeter, G., & Moreno, C. E. (2005). Significado Biológico de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de Las Diversidades Alfa, Beta, Gamma*, 4, 5–18.

Hansen, H. J., & Sørensen, W. (1904). *On two orders of Arachnida Opiliones, especially the suborder Cyphophthalmi, and Ricinulei, namely the family Cryptostemmatoidae* (ge Univ. P). Cambridge.

Hilari, K. (2012). *FAUNA DE OPILIONES EN LA COMUNIDAD DE CHOCCO - CUSCO*.

Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness : A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>

INRENA. (2008). *Reserva Comunal Amarakaeri: Plan Maestro 2008-2012*.

- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *OIKOS*, 2, 336–375.
- Kindt, R. (2016). Package for Community Ecology and Suitability analysis.
- Kindt, R., & Coe, R. (2005). *Tree diversity analysis: A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies* (Centre (IC). Nairobi: World Agroforestry.
- Kury, A. B. (2003). Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnología*, 1, 339. Retrieved from <http://entomologia.rediris.es/gia>
- Kury, A. B. (2011). Order Opiliones Sundevall, 1833. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148, 112–114.
- Kury, A. B., & Maury, E. A. (1998). A new genus and five new species of Metasarcinae from Peru (Arachnida , Opiliones , Gonyleptidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 123, 143–162.
- Machado, G., Carrera, P. C., Pomini, A. M., & Marsaioli, A. J. (2005). CHEMICAL DEFENSE IN HARVESTMEN (ARACHNIDA , OPILIONES): DO BENZOQUINONE SECRETIONS DETER INVERTEBRATE AND VERTEBRATE PREDATORS ? *Journal of Chemical Ecology*, 31(November 11), 2519–2539. <https://doi.org/10.1007/s10886-005-7611-0>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity* (Blackwell).
- Mao, C. X., Colwell, R. K., & Chang, J. (2005). Estimating the Species Accumulation Curve Using Mixtures. *Biometrics*, 61(June), 433–441. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2005.00316.x>
- Martens, J. (1986). DIE GROSSGLIEDERUNG DER OPILIONES UND DIE EVOLUTION DER ORDNUNG (ARACHNIDA). In J. A. Barrientos (Ed.), *Actas del X Congreso Internacional de Aracnología* (pp. 289–310). Barcelona.
- Martens, J., Hoheisel, U., & Götze, M. (1981). Vergleichende Anatomie der Legeröhren der Opiliones als Beitrag zur Phylogenie der Ordnung (Arachnida). [Comparative anatomy of the ovipositors of the Opiliones as a contribution to the Phylogeny of the Order (Arachnida)]. *Zoologische Jahrbücher Anatomie*, 105, 13–76.

- Mauricio, Á., Sergio, C., Federico, E., Giovanni, F., Fernando, G., Humberto, M., ... Héctor, V. (2004). *MANUAL DE MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE INVENTARIOS DE BIODIVERSIDAD*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Merino, I., & Prieto, C. (2015). Clase Arachnida, Orden Opiliones. *IDEA-SEA*, 12. Retrieved from www.sea-entomologia.org/IDE@
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa : alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas
Reanalyzing alpha diversity : alternatives to understand and compare information about ecological communities, 1249–1261.
- Moreno, C. E., Verdú, J. R., & Arita, H. T. (2007). ELEMENTOS ECOLÓGICOS E HISTÓRICOS COMO DETERMINANTES DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES EN COMUNIDADES*. In M. Zunino & A. Melic (Eds.), *Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayo en homenaje a Gonzalo Halffer* (pp. 179–192). México, D.F., México.
- Naeem, S., Chapin III, C., Costanza, R., Ehrlich, P. R., Golley, F. B., Hooper, D. U., ... Tilman, D. (1999). La Biodiversidad y el funcionamiento de los Ecosistemas: Manteniendo los Procesos Naturales que Sustentans la Vida. *Tópicos En Ecología*, 4, 16.
- Ochoa, J. A., & Pinto-da-rocha, R. (2013). Three new Peruvian species os Protimesius (Opiliones : Laniatores : Stygnidae). *The Journal of Arachnology*, 41, 197–204. <https://doi.org/10.1636/Ha12-69.1>
- Oksanen, J. (2016). Vegan : ecological diversity.
- ParksWatch. (2003). *Park Profile - Peru Amaraeri Communal Reserve*. Retrieved from http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/amcr_eng.pdf
- Pinto-da-rocha, R., & da Silva, M. B. (2005). FAUNISTIC SIMILARITY AND HISTORIC BIOGEOGRAPHY OF THE HARVESTMEN OF SOUTHERN AND SOUTHEASTERN ATLANTIC RAIN FOREST OF BRAZIL. *The American Naturalist*, 33, 290–299.
- Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405(11 MAY), 212–219. <https://doi.org/10.1038/35012221>
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists* (Cambridge). United States of America, New York.

- Resende, L. P. A., Pinto-da-Rocha, R., & Bragagnolo, C. (2012). Diversity of harvestmen (Arachnida , Opiliones) in Parque da Onça Parda , southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 1*, 99–105.
- Robert K., C., Chang, X. M., & Jing, C. (2005). Interpolando, Extrapolando y Comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de Las Diversidades Alfa, Beta, Gamma, 4*, 73–84.
- Roewer, C. (1930). Webere Weberknechte. Ergänzung der: “Weberknechte der Erde”, 1923. In *Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen*. Bremen.
- Rueda, J. V., Castro, F., & Cortez, C. (2006). Técnicas para el Inventario y Muestreo de Anfibios: Una compilación. In A. Angulo, J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rdríguez-Mahecha, & E. La Marca (Eds.), *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina* (pp. 135–171). Bogotá, D.C. - Colombia.
- Sharma, P. P., & Giribet, G. (2014). A revised dated phylogeny of the arachnid order Opiliones. *Front. Genet., 5*, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00255>
- Shultz, J. W. (1990). Evolutionary morphology and phylogeny of arachnida. *Cladistics, 6*, 1–38.
- Shultz, J. W., & Pinto-da-rocha, R. (2007). Morphology and Functional Anatomy. In R. Pinto-da-rocha, G. Machado, & G. Giribet (Eds.), *Harvestmen: the biology of Opiliones* (Harvard Un, pp. 14–61). Cambridge, Mass.
- Soares, H. E. M., & Soares, B. A. M. (1979). Opera opiliologica varia. XII (opiliones, Gonyleptidae, Pachylinae). *Rev. Brasasil. Biol., 39*(2), 393–399.
- Team, R. D. C. (2016). R : A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria,: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.r-project.org>.
- Terborgh, J. (1985). The vertical component of plant species diversity in temperate and tropical forests. *The American Naturalist, 126*, 760–776.
- Toti, D. S., Coyle, F. A., & Miller, J. A. (2000). A STRUCTURED INVENTORY OF APPALACHIAN GRASS BALD AND HEATH BALD SPIDER ASSEMBLAGES AND A TEST OF SPECIES RICHNESS ESTIMATOR PERFORMANCE. *The Journal of Arachnology, 28*, 329–345.

ANEXOS.



Figura 1: Metodología de campo. Instalación de parcelas (1, 2); búsqueda y colecta de Opiliones (3, 4, 5) y equipo de campo (6). Fotos: Frank P. Condori (1-5), Juan C. Chaparro (6).

SUB ORDEN: EUPNOI

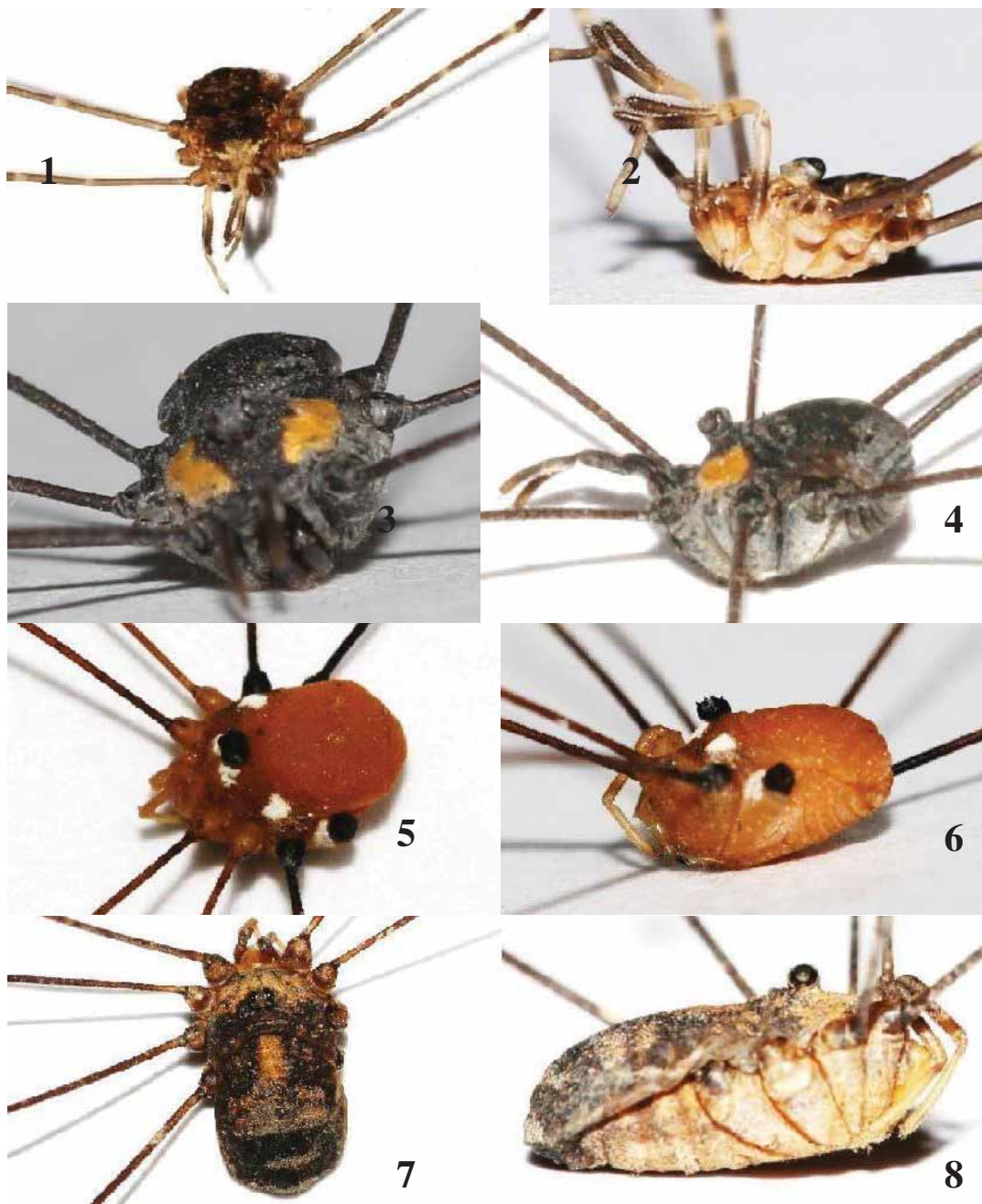


FIGURA 2: Familia Sclerosomatidae: Sub familia Gagrellinae morfoespecie *Gagrellinae sp. 1* (Vista dorsal 1, Vista lateral 2); Sub familia Leiobuninae morfoespecie *Leiobuninae sp. 2* (Vista frontal 3, Vista lateral 4); Sub familia Sclerosomatidae morfoespecie *Sclerosomatidae sp. 1* (Vista dorsal 5, Vista lateral 6), morfoespecie *Sclerosomatidae sp. 2* (Vista dorsal 7, Vista lateral 8). Fotos: Frank P. Condori.

SUB ORDEN: LANIATORES

FAMILIA: AGORISTENIDAE



FAMILIA: BIANIIDAE



FIGURA 3: Familia Agoristenidae, genero *Avima* (1-4), morfoespecie *Avima sp. 1* (Vista dorsal 1, Vista lateral 2); *Avima sp. 2* (Vista dorsal 3, Vista lateral 4). Familia Biantidae (Vista dorsal 5, Vista lateral 6) morfoespecie *Biantidae sp. 1*. Fotos: Frank P. Condori.

SUB ORDEN: LANIATORES.

FAMILIA: COSMETIDAE.



FIGURA 4: Subfamilia Cosmetinae, Género *Taito* (1-6). *Taito* sp. 2 macho (Vista dorsal 1, Vista ventral 2), *Taito* sp. 2 hembra (Vista lateral 3, Vista frontal 4), *Taito* sp.1 macho (Vista dorsal 5, Vista lateral 6) Fotos: Frank P. Condori.

SUB ORDEN: LANIATORES.

FAMILIA: COSMETIDAE.

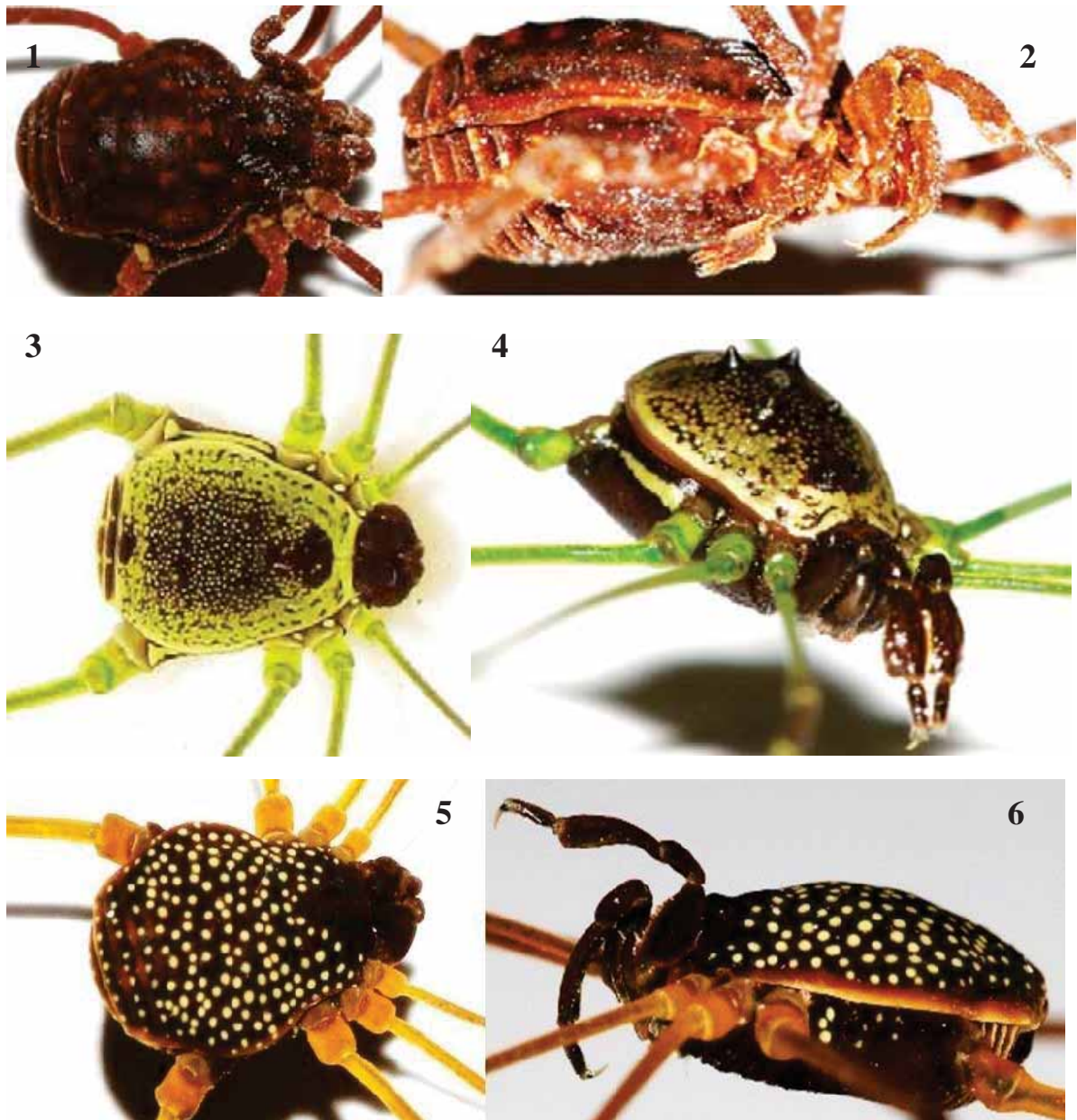


FIGURA 5: Subfamilia Cosmetinae, Género *Cynorta* (Vista dorsal 1, Vista lateral 2) morfoespecie *Cynorta sp. 1*. Subfamilia Discosomaticinae (3-6), morfoespecie *Protus sp. 1* (Vista dorsal 3, Vista lateral 4); *Protus sp. 2* (Vista dorsal 5, Vista lateral 6). Fotos: Frank P. Condori

SUB ORDEN: LANIATORES

FAMILIA: GONYLEPTIDAE



FIGURA 6: Subfamilia Pachylinae (1-8) morfoespecie *Pachylinae sp. 1* (Vista dorsal 1, Vista lateral 2), morfoespecie *Pachylinae sp. 2* (dorsal 2, lateral 4), morfoespecie *Pachylinae sp. 3* macho (Vista dorsal 5, Vista lateral 6), morfoespecie *Pachylinae sp. 3* hembra (Vista dorsal 7, Vista lateral 8). Fotos: Frank P. Condori.

SUB ORDEN: LANIATORES

FAMILIA: GONYLEPTIDAE



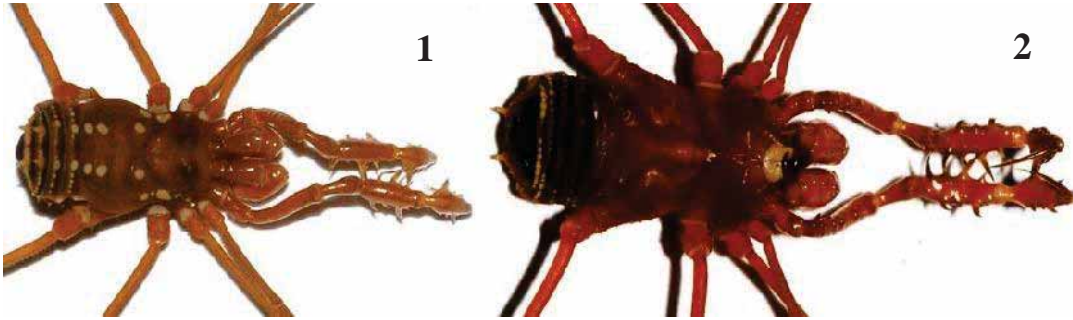
FAMILIA: MANAOSBIIDAE



Figura 7: Subfamilia Ampycinae (3-6) *Ampycinae sp. 1* macho (Vista dorsal 3, Vista lateral 4); hembra (Vista dorsal 3, Vista ventral 4); morfoespecie *Manaosbiidae sp. 1* (Vista dorsal 5, Vista ventral 6). Fotos: Frank P. Condori.

SUB ORDEN: LANIATORES

FAMILIA: CRANAIDAE



FAMILIA: METASARCIDAE



FAMILIA: STYGNIDAE

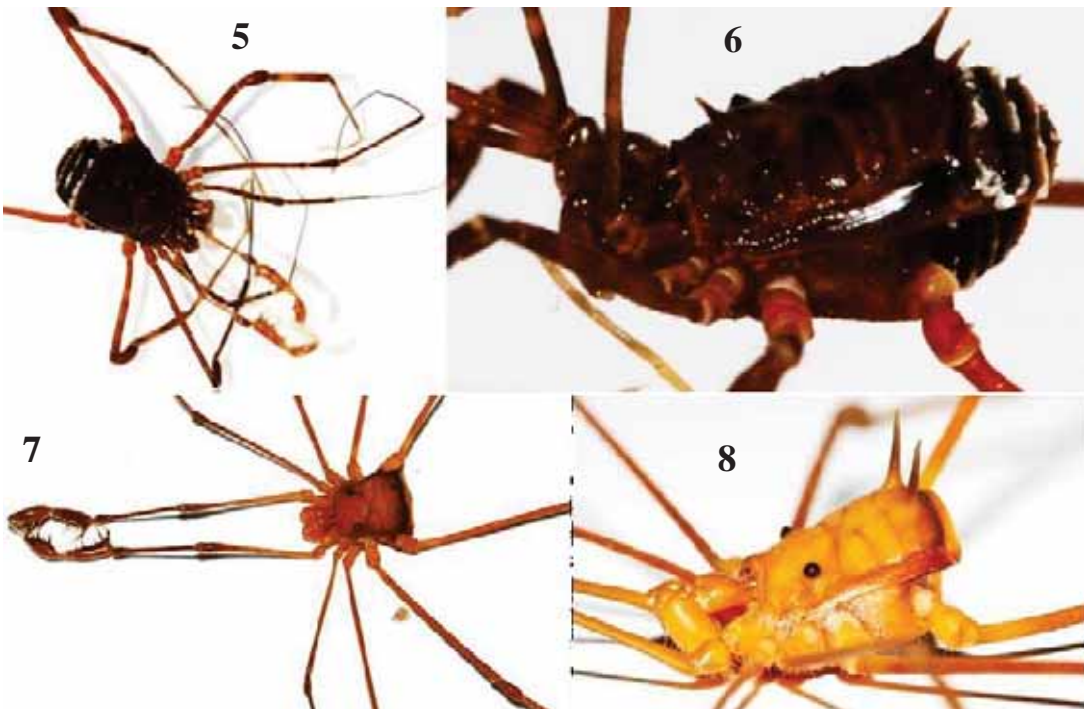


FIGURA 8: Subfamilia Cranainae morfoespecie *Aguaytiella sp. 1* (Vista dorsal 1, Vista ventral 2); Subfamilia Metasarcinae morfoespecie *Metasarcus sp. 1* (Vista dorsal 3, Vista ventral 4). Subfamilia Heterostignina género *Stygnoplus* morfoespecie *Stygnoplus sp. 1* (Vista dorsal 5, Vista lateral 6). Subfamilia Stygninae género *Protimesius* morfoespecie *Protimesius sp. 1* (Vista dorsal 7, Vista lateral 8). Fotos: Frank P. Condori.

SUB ORDEN: LANIATORES

FAMILIA: ZALMOXIDAE



FIGURA 9: Morfoespecie *Zalmoxidae* sp. 1 (Vista dorsal 1, Vista lateral 2), morfoespecie *Zalmoxidae* sp. (Vista dorsal 3, Vista lateral 4), *Zalmoxidae* sp. 3 (Vista dorsal 5, Vista lateral 6). Fotos: Frank P. Condori.

TIPO DE MUESTREO							
MORFOESPECIES	FRANJAS POR PARCELAS					LIRE	
	50	150	250	500	1000	LIBRE	TOTAL
<i>Aguaytiella sp. 1</i>	39	16	5	31	3		94
<i>Ampycinae sp. 1</i>	2		3				5
<i>Avima sp. 1</i>	2	4	4	3			13
<i>Avima sp. 2</i>	3		1	2			6
<i>Biantidae sp. 1</i>		2	1	2			5
<i>Cosmetidae sp. 1</i>	1		2				3
<i>Cosmetidae sp. 2</i>	1	1					2
<i>Cosmetidae sp. 3</i>	1	1	3				5
<i>Gagrellinae sp. 1</i>			1	3	1		5
<i>Leiobuninae sp. 1</i>	5		4	7	2	3	21
<i>Leiobuninae sp. 2</i>	4	1	6	7	3	1	22
<i>Leiobuninae sp. 3</i>		2	1			2	5
<i>Manaosbiidae sp. 1</i>	14	14	20	20	22	3	93
<i>Metasarcus sp. 1</i>			4	1		6	11
<i>Pachylinae sp. 1</i>	4	5		1	3	2	15
<i>Pachylinae sp. 2</i>				1		5	6
<i>Pachylinae sp. 3</i>				1		1	2
<i>Prionostemma sp. 1</i>	4	1		7	2	1	15
<i>Protimesius sp. 1</i>	4		6	2	1		13
<i>Protus sp. 1</i>	1	2				1	4
<i>Protus sp. 2</i>				1			1
<i>Sclerosomatinae sp. 1</i>				1		1	2
<i>Sclerosomatinae sp. 2</i>	3	1		5			9
<i>Sclerosomatinae sp. 3</i>				3			3
<i>Stygnoplus sp. 1</i>	17	8	17	13	10	4	69
<i>Taito sp. 1</i>	5	8	7	8	3	6	37
<i>Taito sp. 2</i>	4	1	1	2		15	23
<i>Zalmoxidae sp. 1</i>	2				2		4
<i>Zalmoxidae sp. 2</i>	2				1		3
<i>Zalmoxidae sp. 3</i>				1			1
TOTAL	118	67	86	122	53	51	497
Riqueza	20	15	17	22	12	14	30

Tabla 1: Morfoespecies por tipo de muestreo.

Parcela	Abundancia	Coordenadas	Parcela	Abundancia	Coordenadas
P1	1	19L 281365 8563106	P41	3	19L 282098 8562864
P2	2	19L 281404 8563149	P42	6	19L 282091 8562907
P3	7	19L 281444 8563227	P43	12	19L 282155 8562946
P4	4	19L 281455 8563245	P44	7	19L 282220 8563030
P5	6	19L 281481 8563353	P45	10	19L 282246 8563026
P6	11	19L 281491 8563378	P46	13	19L 282260 8563061
P7	11	19L 281546 8563434	P49	2	19L 282154 8562531
P8	8	19L 281584 8563486	P50	7	19L 282141 8562600
P9	1	19L 281642 8563518	P51	18	19L 282114 8562656
P10	2	19L 281687 8563603	P52	5	19L 282122 8562722
P25	4	19L 281756 8562829	P53	9	19L 282181 8562780
P26	3	19L 281809 8562903	P55	11	19L 282244 8562924
P27	2	19L 281839 8562946	P56	3	19L 282275 8562940
P28	23	19L 281903 8562901	P57	7	19L 282365 8562962
P29	19	19L 281895 8563003	P58	5	19L 282407 8562922
P30	11	19L 281912 8563030	P61	20	19L 282264 8562430
P31	1	19L 281966 8563161	P62	15	19L 282215 8562499
P32	16	19L 281967 8563219	P63	13	19L 282226 8562574
P33	24	19L 282026 8563194	P64	28	19L 282218 8562660
P34	19	19L 282057 8563243	P65	12	19L 282226 8562696
P37	9	19L 282002 8562609	P66	5	19L 282242 8562720
P38	11	19L 282037 8562672	P67	2	19L 282248 8562718
P39	10	19L 282019 8562797	P68	5	19L 282293 8562855
P40	5	19L 282045 8562840	P69	9	19L 282370 8562851
			P70	9	19L 282416 8562811

Tabla 2: Parcelas, Abundancia y Coordenadas de colectas en el PAD-A

OBSERVACIONES DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MORFOESPECIES COLECTADAS.

Durante las dos fases de muestreo se registró algunos comportamientos como:

Como sabemos el muestreo de ambas fases se llevó a cabo durante el mes de Julio de los años 2015 y 2016. El primer año se observa un bosque con alta humedad fue este año que se registraron a individuos de la familia Cranaidae (*Aguaytiella sp. 1*) dentro de pacas en descomposición teniendo como único acceso al interior de la paca, un minúsculo agujero siempre situados en la parte superior del nudo. En su mayoría las pacas poseían entre 4 a 6 internudos llegando a medir unos 1.7 m aproximadamente. Dentro de algunos internudos se registró de 4 a 9 individuos. Al igual, se encontró restos de ortópteros, ácaros de la familia Trombiculidae y dos opiliones diminutos de la familia Zalmoxidae (*Zalmoxidae sp. 1*, *Zalmoxidae sp. 2*) además de la abundante materia orgánica. Los individuos de *Aguaytiella sp. 1* que se encontraron fuera de pacas, en su totalidad se colectaron sobre ramas u hojas mayores a 10 cm hasta un altura de 1.3 m. Para el segundo año (2016) no se encontró ningún individuo dentro de pacas además que la humedad fue menor y el bosque estuvo más seco. Se colectó a un individuo de *Pachylinae sp. 1* ingiriendo heces de murciélagos que contenían semillas de *Ficus sp*, todos los individuos fueron encontraban sobre hojas a 1.3 m aproximadamente.

Algunos opiliones que realizan crípsis con su medio. Representantes de la familia Stygnidae del género *Stygnoplus* (*Stygnoplus sp. 1*) se reportó en bromelias caídas. Morfoespecie *Manosbiidae sp. 1*, a estos individuos se los colecto al remover las hojarascas y son muy difíciles de detectar por su coloración pardusca similar a la tierra, además que al detectar movimientos bruscos se quedan quietas a manera de una esfera como medio de defesan, luego de esperar de 7 a 10 segundos aproximadamente se

puede detectar por un movimiento lento y sigiloso. Otros individuos de la familia Cosmetidae (*Protus sp.1*) que son de una coloración verde claro se las colecto sobre musgos a diferentes alturas. Sobre el suelo como alturas de 1.5 m del fuste aproximadamente siempre sobre musgos, también se encontró individuos de *Pachylinae sp. 1* sobre musgo al igual que sobre hojas. Otros como *Taito sp. 1*, *Taito sp. 2* (Cosmetidae, *Taito*) sobre rocas, cerca de fuentes de agua en su mayoría se las encontraron en quebradas. Así como individuos de *Pachylinae sp. 2* que son de coloración pardusca.

Claves para Sub Ordenes de Opiliones (Pinto-Da-Rocha & Giribet, 2007)

1. Ozospores located at the tip of a conelike structure or ozophore (Figure 4.1 a)
**Cyphophthalmi**
- .Ozospores located on the surface of the prosoma, without ozophore.....2
- 2.Claws of legs I-II(single) differ from those of legs III-IV (double. Figures 4.24m or
 single and branched. Figures 4.41e-g. 4.42b-g).....**Laniatores**
- .Single and similar claws on legs I-IV3
3. Cheliceral teeth with small regular teeth (“diaphanous tee”. Figures 2.6a. 4.12e.
 4.19d)**Dyspnoi**
- .Without diaphanous cheliceral teeth. With extremely long and thin
 leg.....**Eupnoi**

Claves para Familias de Laniatores (Pinto-da-rocha, Machado, & Giribet, 2007)

1. Ocularium separated into two parts (Figure 4.22c) or absent (Figure 4.42a). . . . 2
 . Ocularium unique or with eminence between eyes. 9
2. Ocularium and eyes absent (except most troglobites) 3
 . Ocularium and eyes present (Figure 4.22c) 5
3. Pedipalps without ventral setae on sockets or both much shorter than pedipalp
 length (Figure 4.28g); claws III-IV single or very branched on a stem (Figures
 4.41e-g)..... 4
 . Pedipalps with ventral setae on large sockets (both longer than pedipalpal tarsus
 length, Figure 4.42i); two single claws on legs III-IV..... **Travuniidae**
4. Claws III-IV single..... **Guasiniidae**
 . Claws III-IV branched (Figures 4.41e-g). **Synthetonychiidae**
5. Male basichelecerite elongated, segment II with spines or conspicuous tubercles
 (Figure 4.39b); body outline pyriform to hourglass in dorsal view (Figure 4.36b).
 6
 . Male basichelecerite not elongated. segment II smooth or granulated; body outline
 rectangular-subrectangular in dorsal view (Figure 4.38d). 7
6. Dorsal surface covered with low tubercles; leg I small-tuberculate; pedipalp with
 moderate setae with low sockets on tibia-tarsus; without spine between eyes (Fig-
 ures 4.39a,b)..... **Stygnomatidae**

- . Dorsal surface with conspicuous tubercles and spines; leg I with tubercles longer than segment width; pedipalp with huge setae and sockets on trochanter-tarsus; most species with a spine with large base between eyes (Figures 4.36a–c). **Podoctidae**
- 7. Tarsal process (legs III–IV) present in most species; penis with well-defined ventral plate (Figures 4.38g–i) **Stygnidae**
- . Tarsal process (legs III–IV) absent; penis without well-defined ventral plate, blunt apically 8
- 8. Pedipalps thin, without setae (Figures 4.22d–f), or with a few setae on pedipalpal femur-patella; never with dorsal tubercles on patella-tarsus **Biantidae**
- . Pedipalps robust, with numerous setae or tubercles on femur-patella; with dorsal tubercles on patella-tarsus (Figures 4.26a,b) **Epedanidae**
- 9. Tergites I–VIII fused (*scutum completum*, Figures 4.33a,b); tarsi I–IV with one to three tarsomeres **Oncopodidae**
- . Tergites VI–VIII free; tarsi I–IV with four or more tarsomeres (sometimes only tarsus I with three tarsomeres). 10
- 10. Two single unbranched claws on tarsi III–IV. 11
- . Diverse complex claws on tarsi III–IV (Figures 4.34f, 4.44l–p) 28
- 11. Tarsal process present (Figures 2.7f,g). 12
- . Tarsal process absent. 15
- 12. Ocularium strongly depressed between eyes, without or with small tubercles (Figures 4.24g, 4.32c); body brown 13
- . Ocularium not depressed between eyes, unarmed, with small tubercles to large spines; body color varies from light color to black. 14
- 13. Pedipalps spatulate (Figure 4.24o); male basitarsus I not spindled. **Cosmetidae**
- . Pedipalps cylindrical; male basitarsus I spindled (Figure 4.32b). **Manaosbiidae**
- 14. Pedipalps densely covered with dorsal tubercles (Figures 4.25d). . . **Cranalidae**
- . Pedipalps without dorsal tubercles or just some scattered. **Gonyleptidae**
- 15. Pedipalpal femur with a ventral row of tubercles (Figures 4.21c,d), close to each other, sometimes equal sized, tubercles shorter than femur height **Assamiidae**
- . Pedipalpal femur without a ventral row of tubercles close to each other; tubercles, when present, usually on ventrobasal portion, scattered and low. 16
- 16. Dorsal scutum with lateral margins almost parallel or with a slight constriction on sulcus I (Figure 4.20a). 17
- . Dorsal scutum with lateral margins with a marked constriction on sulcus I; opisthosoma much wider than prosoma 18
- 17. Femur–tibia I usually filiform (Figure 4.20e); pedipalp may have setae longer than tarsus length (Figure 4.20f); cheliceral segment II never has tubercles, fingers with weak teeth **Agoristenidae**

- . Femur–tibia I width similar to legs II–IV; pedipalp with setae shorter than tarsus length; cheliceral segment II with tubercles, fingers with strong teeth **Epedanidae**
- 18. Pedipalpal femur compressed (Figure 4.23b); tarsal claws III–IV fused basally in a narrow stem (Figure 4.23f) **Cladonychiidae**
 - . Pedipalpal femur not compressed or slightly compressed; tarsal claws III–IV separated 19
- 19. Setae of pedipalpal tibia-tarsus longer than pedipalpal tarsus length (Figures 4.35a,b) **Phalangodidae**
 - . Setae of pedipalpal tibia-tarsus shorter than pedipalpal tarsus length 19
- 20. Coxa IV inserted ventrally (Figures 4.31a,d) **Icaleptidae**
 - . Coxa IV inserted laterally 21
- 21. Prosoma much shorter (width and length) than rest of dorsal scutum (Figure 4.31i) 22
 - . Prosoma a little shorter (width and length) than opisthosoma 25
- 22. Dorsal scutum sulci never V shaped; penis without pergula and rutrum 23
 - . Dorsal scutum sulci V shaped in most species (Figures 4.45b,c); penis with pergula and rutrum (Figures 4.45h,i) 24
- 23. Distitarsi I three-segmented **Gonyleptidae (Tricommatinae)**
 - . Distitarsi I two-segmented **Kimulidae**
- 24. Penis with a long stragulum, with arrow-shaped apex, protecting a long, straight, and slender stylus (Figure 4.45i) **Fissiphalliidae**
 - . Penis with a short stragulum, with arrow-shaped apex, stylus short (Figure 4.45h) **Zalmoxidae**
- 25. Scopulae present on tarsi III–IV (Figure 4.37e); metatarsus III of male swollen (Figure 4.37d) **Samoidae**
 - . Scopulae absent on tarsi III–IV; metatarsus III not swollen 26
- 26. Male tibia I or II and male femur IV incrassated or tibia I saddle shaped/warty (Figures 4.27b,e) **Escadabiidae**
 - . Male tibiae and femur IV not incrassated; tibia I not saddle shaped/warty . . . 27
- 27. Area I divided by median groove (Figures 4.29a–i); coxa II with maxillar lobes; male chelicera usually not swollen **Gonyleptidae**
 - . Area I undivided (Figure 4.40a); coxa II without maxillar lobes (Figure 4.40b); male chelicera swollen **Stygnopsidae**
- 28. Ocularium rounded, close to anterior border of carapace; body usually densely covered with granules/tubercles, can harbor spines (Figures 4.43b,c, 4.44h) **Triaenonychidae**
 - . Ocularium in median position on the carapace, twice as wide as long; body smooth or with a few small granulates, never with spines 29
- 29. Claws III–IV multibranching (on a 90° stem), placed on a stem (Figure 4.42b); tarsus II with five to six segments **Travuniidae**
 - . Claws III–IV with five branches (never on a 90° stem, Figures 4.34f,g); tarsi II with 13 to 15 segments **Pentanychidae**